

Zool.

35^m

Zool
3.5m

Begmann

Einige
Beobachtungen und Reflexionen
über
die Skelettsysteme der Wirbelthiere,

deren
Begrenzung und Plan.

Von

Dr. CARL BERGMANN,

ausserord. Professor der Medicin in Göttingen.

Abgedruckt aus den Göttinger Studien. 1845.

Göttingen

bei Vandenhoeck und Ruprecht.

1846.

355. / 3.

die Skelettsysteme der Wirbeltiere
über
Beobachtungen und Reflexionen
Einige

Begründung und Plan.



Abgedruckt aus den Göttinger Studien. 1845.

Göttingen
bei Vandenhoeck und Ruprecht

1846.

die Zahl der Hartgebilde, welche im menschlichen Skelette
fehlen, und das Bedürfnis, dieselben systematisch zu be-
handeln; andererseits tritt die Nothwendigkeit hervor, die
Definition des Skelettes selbst einen erweiterten Ausdruck
zu geben, es hier nicht mehr bloss auf die Knochen ein-
zuschränken, weil wir Festgebilde als Grundlage des Wir-
belthierleibes finden, welche, obwohl ein morphologisches
Äquivalent des knöchernen Skelettes, doch keine Knochen,
ja wohl in grosser Ausdehnung nicht einmal Knorpel ent-
halten.

Einige Beobachtungen und Reflexionen
über
die Skelettsysteme der Wirbelthiere,
deren Begrenzung und Plan.

Von
Carl Bergmann.

Bei der Behandlung der Anatomie des menschlichen und ihm ähnlicher Körper hat die Abgrenzung dessen, was man Skelett nennt, keine auffallenden Schwierigkeiten. Die Begriffe von Skelett und Knochensystem bleiben ungetrennt und der Knochen erscheint überall bestimmt von andern Gebilden abgegrenzt. Nur hie und da treten Knochen auf, welche man, theils weil sie in ungewöhnlichen Verhältnissen zu dem Skelette stehen, z. B. aller Verbindung mit demselben ermangeln, oder auch weil sie selten auftreten, nicht unter dem Begriffe des Skelettes mit versteht, sondern entweder bei den Organen, in welchen sie vorkommen, als besondere Entwicklungen derselben aufzählt, oder auch in einem eigenen Capitel als Eingeweideknochen zusammenfasst. Bei Amphibien und Fischen mehrt sich einerseits

die Zahl der Hartgebilde, welche im menschlichen Skelette fehlen, und das Bedürfniss, dieselben systematisch zu behandeln; andererseits tritt die Nothwendigkeit hervor, der Definition des Skelettes selbst einen erweiterten Ausdruck zu geben, es hier nicht mehr bloss auf die Knochen einzuschränken, weil wir Festgebilde als Grundlage des Wirbelthierleibes finden, welche, deutlich ein morphologisches Aequivalent des knöchernen Skelettes, doch keine Knochen, ja wohl in grosser Ausdehnung nicht einmal Knorpel enthalten.

Wir haben hier wissenschaftliche Bedürfnisse bezeichnet, zu deren Befriedigung in unserm Jahrhundert eine bedeutende Kraft aufgewandt worden ist. Der Aufschwung der Entwicklungsgeschichte und die Fortschritte in der Kenntniss der Anatomie der Knorpelfische, beides hauptsächlich Verdienst deutscher Forscher, die Arbeiten von Baer's, Müller's, Rathke's vor allem, sind hier unsere Grundlage geworden. — v. Baer legte in Meckel's Archiv 1826 in seinem Aufsatze über das äussere und innere Skelett einige der fruchtbarsten Gedanken nieder. Ihm war schon damals das knöcherne oder knorplige Skelett nur etwas Sekundäres, eine Einlagerung in das faserhäutige Skelett, welches bei den am tiefsten stehenden Cyclostomen und bei Amphioxus gleichsam als schematische Vorzeichnung des Skelettes der höheren Klassen sich findet. Wenn sich diese Ansicht bei einer Einschränkung der Betrachtung auf die mehr knöchern entwickelten Skelette höherer Thiere nicht leicht hätte bilden können, so erweist sie sich dennoch, einmal entstanden, auch hier überall fruchtbar. Auch bei Säugethieren giebt es Theile des Skelettes, welche nie zur Knochenbildung gelangen. Der Art sind die sehnigen Bänder in den geraden Bauchmuskeln, welche nur beim Krokodil durch Knochen dargestellt werden, während bei nackten Amphibien und noch mehr bei Fischen solche schräge Durchsetzungen der Muskeln deutlich an den Stellen vor-

kommen, wo die höhern Wirbelthiere eben so regelmässig Knochen bilden, wie das Krokodil in seinen Bauchmuskeln. — Ferner giebt es am Säugethierskelette Stellen, welche bald als sehnige Stränge oder Häute auftreten, bald Knorpel und Knochen bilden. So ist die Clavicula bald ganz knöchern, bald nur eine Sehne, während das in der Mitte dieser Sehne abgelagerte Knochenstück, das Os clavulare, eine Uebergangsform darstellt. Hieher gehören auch die verschiedenen Grade von Verknöcherung der beim gesunden Menschen nur membranösen Fortsätze, mit welchen das Skelett zwischen die Theile des Gehirns eindringt: des sichelförmigen Fortsatzes, des Tentorium cerebelli; hieher die verschiedenen Grade der Theilnahme knöcherner und membranöser Gebilde an der Herstellung der Augenhöhle, wo das menschliche und die nächststehenden Skelette am meisten Aufwand von Knochenentwicklung zeigen, während bei andern die Verbindung des Keilbeinflügels mit den Orbitalfortsätzen des Joch- und Stirnbeins nur durch Verlängerungen des Periostes, weiterhin auch die Verbindung dieser beiden Fortsätze nur durch eine sehnige Brücke hergestellt ist.

Auch pathologisch treten Verknöcherungen an Stellen auf, welche gewöhnlich nur membranös sind, oder es findet das Umgekehrte Statt. So kam es vor, dass in mehreren Rippen Discontinuitäten des Knochens nur durch Bänder ersetzt waren. So bildet sich bei schlechter Heilung von Knochenbrüchen auch wohl eine bloss sehnige Verbindung zwischen den Knochenenden.

Woin der fibrösen Grundmasse Knochen auftreten, da geht die Grundmasse in das Verhältniss des Periostes und der von einem Knochen zum andern laufenden sehnigmembranösen Verbindungen über.

Während sich diese Erkenntnisse einerseits aus dem Studium der niedrigeren oder ursprünglicheren Skelettformen aufdrängten, wurde es auf der andern Seite nothwendig,

manche feste Theile zu classificiren, welche sich nicht in den gewöhnlichen Begriff des Skelettes fügen wollen. Ganz besonders fanden sich bei dem Studium der Amphibien und Fische eine Menge von Hartgebilden in der Haut. Während bei den Säugethieren und Vögeln das innere Skelett in höchster Entwicklung dasteht, fehlt ihnen fast durchaus die Bildung fester Theile in der Haut, sie ist eben nur eine faserige Membran, wie bei Cyclostomen das innere Skelett.

Baer verfiel bei der Erörterung über die festen Theile in der Haut, oder, wie wir es nun nennen wollen, über das äussere Skelett, Hautskelett, in einen Irrthum, welcher sich theils durch die mangelhaften mikroskopischen und chemischen Erkenntnisse der damaligen Zeit, theils durch einige zweideutige und verführerische Facta leicht erklärt. Ich meine die in dem citirten Aufsätze (aber freilich auch in Schriften Anderer aus jener Zeit) enthaltene Verwirrung der Horn- und Knochengebilde der Haut, welche besonders durch J. Müller begriffen und mittelst verschiedener Untersuchungen aufgeheilt wurde.

Man kann es nicht ohne Bedauern sehen, wie es Baer damals, nachdem er das Verhältniss der faserigen und der Knochengebilde des inneren Skelettes so klar aufgefasst, nicht vergönnt war, die völlige Uebereinstimmung dieses Verhältnisses mit dem an der Haut zwischen der faserigen Grundmasse und ihren Hartgebilden zu erkennen. Indem derselbe in den Begriff des Hautskelettes auch das Horn mit aufnahm, wurde die Analogie weniger bestimmt und einfach: es war einige Mühe nöthig, und künstlich wurde die Verschiedenheit, dass das Horn doch der Regel nach aussen aufliegt, während der Knochen in der Haut steckt, für eine weniger wesentliche erklärt; das Horn war ein vertrockneter Knorpel, der Knochen war Knorpel oder Horn mit eingelagerten Kalksalzen. Das Insekten- und Crustaceenskelett schien ja auch Aehnliches darzubieten.

Die Objecte, welche Baer's (wie auch Heusinger's

u. A.) Aufmerksamkeit gefesselt hatten, erklären den Irrthum, der für solche Naturforscher nicht möglich gewesen wäre, wenn sie die klaren Beschaffenheiten der Haut so mancher Saurier zu Grunde gelegt hätten. Wenn man vom Fell der Blindschleiche die hornige Haut heruntergezogen hat, so liegen dann erst in der Cutis die eigentlichen knöchernen Schuppen, welche auf der inneren Fläche der Haut einen und auf der äussern Fläche den andern Theil ihres Randes zeigen, während der übrige Theil von den dachziegelartig daneben liegenden verdeckt wird. Die Epidermis sieht nur schuppenartig aus, weil sie sich über die Schuppen der Cutis geformt hat, weil diese gleichsam in der Epidermis sich abgeprägt haben. Bei einem solchen Objecte ist keine Confusion der Horn- und Knochengebilde möglich.

Ein so einfaches Verhältniss hatte Baer nicht vor Augen, sondern grade solche, die leicht Täuschungen veranlassen konnten. Sowohl aus Heusinger's als Baer's Arbeiten geht es hervor, was den Irrthum bedingte.

1. Die Hautknochen, sowohl die der Cutis, als die der Schleimhaut treten häufig wirklich frei an die Oberfläche, so dass sie räumlich und functionell die sonst gewöhnliche Stelle horniger Gebilde einnehmen.

2. Die hornigen Gebilde erzeugen sich oft scheinbar innerhalb der Cutis, unter der Epidermis. So beruft sich Heusinger wegen seiner Einordnung der Zähne unter die Hornggebilde auf die Entstehung der Haare unter der Epidermis. Ich habe noch ganz kürzlich die Richtigkeit dieser Angabe an einem Schweinsfötus gesehen. Der kleine Körper war auf der Mitte des Rückens schon mit Haaren besetzt, welche sehr dicht anlagen. Beim Versuche, einige derselben mit der Pincette zu greifen, glitt diese ab, und da sah ich erst, dass sie der Länge nach ausgestreckt unter einer sehr durchsichtigen Epidermis lagen. Diese liess sich dann leicht in grossen Stücken herabziehen, während die Haare liegen blieben. Ich kann mir nicht vorstellen, wie

diese, mehrere Linien lang unter der unbehaarten Epidermisschicht sich hinstreckenden Haare dieselbe endlich durchbohren sollten, was freilich G. Simon (Müller's Archiv 1841 p. 371) gesehen zu haben scheint. Vielleicht ist das nicht an allen Stellen der Haut gleich, und die Haare, welche Simon durch die Epidermis hindurchgebohrt fand, mochten wohl nie so parallel der Fläche dieser Epidermis gelegen haben. — Daraus geht nun freilich weiter nichts hervor, als dass der Embryo früher eine unbehaarte Haut hat, dass sich unter dieser eine behaarte bildet, und dass jene erste abgestossen wird als vergängliches Fötalgebilde. Dass die beiden Häute eine Zeitlang gleichzeitig existiren, scheint mir kein Grund gegen die Bezeichnung beider als Epidermis.

Keineswegs geht aus dieser Erfahrung hervor, dass die Haare wesentlich subepidermatische Gebilde sind, noch weniger, dass sie endodermatische sind. Dennoch ist ein solcher Anblick, wenn man nicht schon mit richtigern wohl begründeten Vorstellungen dazu kommt, wohl geeignet, Täuschung zu bewirken. Dazu kommt nun noch das Verhältniss der hornigen Gebilde zur Cutis, wenn dieselben eine besonders bedeutende Entwicklung erreichen, mehr als blosse Epidermis oder Schwielen darstellen sollen. Sehr gewöhnlich kommen solche Horngebilde aus Vertiefungen der Cutis hervor, oder ihre Bälge wurzeln selbst noch tiefer, unter dem eigentlichen Corium in das Fett eingesenkt. Giebt es solche Bälge, die ursprünglich gar keine offene Communication mit der Epidermis haben? Es wäre noch nachzuweisen, dass ein solcher Mangel des Zusammenhanges zu irgend einer Zeit vorkommt, und wenn man ja Bälge, in welchen sich hornige Gebilde entwickelt haben, ganz so in die Cutis eingebettet findet wie das ausgebildete Zahnsäckchen in den Kiefer, so beweiset das gar nichts für die natürliche Verwandtschaft dieser Gebilde, wenn nicht diese Abgeschiedenheit eine ursprüngliche ist. Denn gerade das Zahnsäckchen muss daran erinnern, dass solche geschlossene Höhlen doch

ursprünglich offene Senkungen der Fläche sein konnten. — Aber möchten solche Horngelbilde auch wirklich ganz in der Cutis entstehen können, für uns würde das, bei unserer chemischen und mikroskopischen Kenntniss des Horns, Knorpels und Knochens nicht so gar viel sagen, während es damals zum Irrthum führen musste. Für uns würde eine solche Bildungsweise auch schon weniger bedeutend sein, wenn wir an die Geschichte der sogenannten Ausstülpungsbildungen des Darmes denken. Eine Zeit lang glaubte man, dass die Höhlenbildung in diesen Organen durchaus als Fortsetzung der Darmhöhle in die Massen von Bildungstoff entstände, welche sich zur Bildung von Leber, Lunge u. s. w. anhäufen. Damit war über die Natur dieser Gebilde ein neues Licht ausgegossen. Ungezwungen reiheten sich diese grossen Organe an die kleineren ja kleinsten in der Schleimhaut des Darmes enthaltenen Drüsen an, alle nur Flächenvermehrung des Darmkanales zu besondern Zwecken.

Genauere Untersuchungen späterer Zeit zeigten, dass wohl nicht die ganze Höhle der Leber, der Lunge, auf solche Weise vom Darmkanal aus in diese Organe vordringt. Vielmehr sah man einzelne Höhlchen sich durch Verflüssigung bilden, mit welchen erst allmählig die übrigen und die vom Darmkanal herkommende Einstülpung sich zu einem Ganzen vereinigten.

Mir scheint nun damit der Gewinn der frühern Beobachtungen nicht verloren; die Bedeutung dieser Vorgänge bleibt ziemlich dieselbe, um so mehr da man auch unter Wirbelthieren, wie Rathke bei Crustaceen, beobachtet hat, dass sich von dem Theile des Schleimblattes, welches den Darm bildet, gleich ein vollständiger mit Dottermasse gefüllter Sack abschnüren kann, um sich dann zur Leber auszubilden. Und man denke nur an die Leber des Amphioxus!

Die Anwendung des Gesagten auf unsern Gegenstand liegt nahe. Ein Horngelbilde dürfte immerhin innerhalb der Cutis sich bilden, wir würden es dennoch zunächst zur

Epidermis und entfernt von den Hautknochen in einer systematischen Betrachtung stellen.

Die vermehrten chemischen Kenntnisse der Zähne, der Hautknochen u. s. w., so wie das genauere Eindringen in die Structur dieser Gebilde haben seit jener Zeit den Fortschritt bedingt, eine Verwirrung des Cutisskelettes und, wenn wir es so nennen wollen, des Hornskelettes unmöglich gemacht. Wie Baer schon damals glücklich das innere Skelett als eine faserhäutige Bildung begriff, welche Knochen in sich bildet und sich dabei gliedert, so musste also auch ein äusseres Skelett unterschieden werden und auf diesem noch die Epidermis, oder sonstige Hornstoffproductionen.

Diese letztern erstrecken sich über die innere wie über die äussere Fläche des Körpers. Innen als Epithelium, als derbe Massen im Magen, wo sie scharfe Kanten und Spitzen bilden können, als hornige Zähne und Borsten, als Stacheln der Zunge; auf der Grenze zwischen Innen und Aussen als Schnabel; aussen als Epidermis, Haar, Borste, Schuppe (z. B. bei Säugethieren, nicht bei Fischen und so viel ich kenne, auch nicht bei Amphibien), Stachel, Klauen, Schwiele, Feder, endlich als Horn. Sonderbar, dass der Name für den Hornstoff im chemischen und für das Horngewebe im anatomischen Sinne gerade von diesen Formtheilen hergenommen werden musste, bei welchen das Horngewebe wohl die Hauptrolle spielen kann, wie im Nashorn, oder doch einen sehr bedeutenden Antheil bilden, wie bei den hohlhörnigen Wiederkäuern, bei welchen es jedoch auch ganz zurücktreten kann, wie bei der Giraffe, oder gar durchaus fehlen, wie bei Cervus. Gewiss hat auch diess dazu beigetragen, die Verwechselung, welche freilich von J. Müller längst beseitigt war, bei Manchen bis auf den heutigen Tag fortzupflanzen.

Bei den Hörnern scheinen wechselnd alle drei Arten des Skelettes das Wesentliche zu sein, oder wie bei Bos,

Capra, Antilope, zwei sich gleichmässig stark zu entwickeln. Vielleicht ist diess auch der Fall beim Hirschgeweih. Der Rosenstock kann wenigstens einen bedeutenden Theil des Horns bilden (Muntjac) und der Theil des Geweihes, welcher abgeworfen wird, scheint nur ein Hautknochen zu sein. Freilich löset sich bei halb weichem Geweihe um die untern schon festern Theile leicht eine äussere Schicht los, welche man Cutis nennen muss, und man könnte bei dieser Lockerheit der Verbindung zweifeln, ob die Cutis als das Muttergewebe angesehen werden dürfe. Doch ist dieser Zweifel ohne hinreichenden Grund, da sich das Periost an vielen Stellen ja eben so locker zum Knochen verhält.

Weniger manchfache, aber in einigen Zügen ähnliche Verschiedenheiten als die Hörner, zeigen auch die Zahnbildungen. Auch hier kommen reine Hornbildungen vor, und der gewöhnliche Zahn der Säugethiere, so wie viele andere sind lediglich Schleimhautbildungen. Andere Zähne scheinen aber auf Zapfen der Kiefer u. s. w. zu stehen. Ist einmal die Differenz der Horn- und Cutisgebilde aufgefasst, so ist keine Gefahr, dass durch die Verschiedenheit der Combination, in welcher dieselben an einem und demselben Gebilde auftreten, eine Verwirrung entstehe. Im Gegentheile können diese als interessante Belege dienen, wie ein und dasselbe Organ von den verschiedenen Skelettsystemen geliefert werden kann, so dass dieselben dennoch darin erkennbar bleiben. Wir lassen das Hornskelett bei Seite und gehen zu einer nähern Betrachtung und Begrenzung des inneren Skelettes und des Hautskelettes über.

Wir haben schon früher bemerkt, wie man bei den Säugethieren weniger das Bedürfniss fühlen konnte, die nicht zum inneren Skelett gehörigen Festgebilde besonders zu classificiren. Die Zähne, das Geweih der Hirsche, die Hautknochen der Gürtelthiere, die Penis- und Herzknochen scheinen alle ziemlich gleich weit aus einander zu liegen, aber einige wurden auch wohl ohne Weiteres zu dem in-

nern Skelett gerechnet, wie die Zähne, das Geweih. — Wir haben aber gesehen, wie die doppelte Betrachtung: einmal der ursprünglichen Formen des innern Skelettes, zweitens der Massen von Knochengebilden, welche in der Haut auftreten können, zu einer Parallele zwischen den zwei Skeletten drängte.

Bei manchen Fischen, besonders bei Cyclostomen (und stets ist *Amphioxus* der äusserste terminus), ist das innere Skelett, wenn man auf Knochen und Knorpel achtet, im Versinken. Die Wirbelkörper werden hohl, die Stelle des Knochens wird von Knorpel eingenommen, von den Wirbeln bleiben endlich nur noch Knorpelchen übrig, welche in der Scheide der Chorda liegen, auch in die Fortsetzungen dieser Scheide (Rückenmarkskanal) noch hineinreichen, als Bogenschenkel der Wirbel. Hier tritt die volle Herrschaft der Chorda dorsalis ein. Man könnte die Chorda allein für sich ein primäres Skelett nennen. Die niedrigste bekannte Form des Skelettes bei entwickelten Thieren würde dann in Coexistenz dieses ersten Skelettes mit dem Muttergewebe des zweiten Skelettes bestehen. Erreicht das sekundäre Skelett höhere Stufen der Entwicklung, so wird das primäre allmählig verdrängt. Dann kommen bei Knochenfischen und höheren Wirbelthieren am Schädel und knöchernen Gesicht Erscheinungen, welche man wohl eine Verdrängung des sekundären Skelettes durch das tertiäre nennen kann. Ich glaube, dass die Einführung einer solchen Nomenclatur nicht ohne Nutzen sein würde. Dass das Verhältniss der Chorda zu den Wirbelkörpern ein anderes sei, als das eines Knorpels zu den Knochen, die sich aus ihm entwickeln, das ist wohl so ziemlich zu allgemeiner Anerkennung gelangt. Weniger ist das mit den Belehrungen der Entwicklungsgeschichte über die Verhältnisse am Schädel, Ober- und Unterkiefer der Fall. Doch komme ich hierauf später zurück.

Wo vom sekundären Skelette nur das Muttergewebe übrig-

geblieben ist, da bildet dasselbe ein Rohr um die Chorda, von welchem aus zwei Platten neben dem Rückenmarke jederseits aufsteigen und, nachdem jedes sich nochmals in zwei Platten gespalten hat, eine Commissur dicht über dem Rückenmarke, eine zweite in einiger Höhe über dieser ersten bilden, so dass zwischen beiden Commissuren ein Raum bleibt, welchen ein Zellgewebestrang einnimmt. Dieser Strang findet sich auch bei Knochenfischen als eine Art von Sehne, welche durch die oberen Dornen läuft, so dass die Bogenschenkel der Wirbel sich zur Bildung der Dornen auch nicht einfach, sondern gerade wie hier die membranösen Platten in zwei über einander liegenden Commissuren vereinigen. Ich könnte fast vermuthen, dass das *ligamentum nuchae* bei Vögeln ein analoges Gebilde ist, obwohl man dann annehmen muss, dass der Theil seines Verlaufes, welcher durch die Dornen geht, durch Verknöcherung verschwunden sei.

Das membranöse Rohr schickt auch nach unten membranöse Platten aus, welche den Rippen entsprechen, wie die oben genannten den Wirbelbogenschenkeln, und auf dem Rohre und seinen membranösen Fortsätzen stehen dann die Septa, welche die Muskeln quer durchsetzend an die *fascia superficialis externa* dringen. Die Stellen, wo dieselben von dem häutigen Skelette abgehen, entsprechen den Rippen, den Wirbelkörpern, den Bogenschenkeln.

Diesem Skelette gegenüber betrachten wir nun das Hautskelett.

Sein Muttergewebe ist eben so allgemein, als das des inneren Skelettes. Die Entwicklung fester Theile darin tritt am meisten hervor bei Amphibien und Fischen, am meisten zurück an einem Ende bei Säugethieren und noch mehr bei Vögeln, am andern Ende bei nackten Amphibien, Cyclostomen u. s. w.

Der Grad von Entwicklung fester Theile in beiden Skeletten steht in verschiedenen Verhältnissen zu einander. Sie

sind beide mächtig entwickelt unter den beschuppten Amphibien namentlich den Krokodilen und Schildkröten, welche letztern noch dazu eine derbe Hornplatte auf ihrem Knochenpanzer tragen. Sie sind beide sehr leer von festen Einlagerungen besonders unter den Cyclostomen. Das innere herrscht sehr vor bei Säugethieren und wohl noch mehr bei Vögeln, welche weder Hautknochen noch Schleimhautknochen besitzen, während das innere Skelett seine Verknöcherung so häufig über Sehnen und Bänder ausdehnt. Bei ihnen ist dann auch die Hornentwicklung sehr stark. Bei manchen Fischen dagegen tritt Horn und inneres Skelett mehr gegen das Hautskelett zurück, worauf Baer schon aufmerksam machte.

Das Hautskelett bietet zwei auffallende Unterschiede von dem innern dar in der Art und Form der harten Theile, aus denen es besteht.

Der eine Unterschied liegt in einer ganz anderen, namentlich auch weniger regelmässigen Gliederung. Während das innere Skelett, so bald harte Theile darin auftreten, sich in regelmässig auf einander folgende einander ähnliche Abtheilungen zerlegt, diese wieder Haupt- und Nebentheile erkennen lassen, und das Alles durch die Reihe der Wirbelthiere sich ähnlich wiederholt, haben wir nichts der Art im Hautskelette. — Hin und wieder, namentlich am Schädel, bei den Schildkröten auch an anderen Theilen des Körpers, wo die Skelette sich innig mit einander verbinden, scheint eine gewisse Herrschaft des innern auch dem äussern eine Aehnlichkeit der Gliederung aufzudrücken. Wo aber das Hautskelett sich selbst überlassen bleibt, da umgiebt es den Körper bald symmetrisch, bald in Spiralen geordnet, bald in wenigere, bald in unzählige Theilchen zerlegt, welche in mehr gleichförmiger Gestalt und Grösse, oder auch sehr verschieden unter einander entwickelt sind; es verräth sich in den Gliedern des äussern Skelettes nichts von der Gliederung des darin eingeschlossenen Wirbelgerüsts.

Es liesse sich wohl ein teleologischer Grund für diese Verschiedenheit des innern und äussern Skelettes der Wirbelthiere in der Beziehung des erstern zum Muskelsysteme u. s. w. finden. Durch die verschiedenen wichtigen Functionen, welche das innere Skelett in sich vereinigt, werden nothwendig die Möglichkeiten seiner Formen eingeschränkt, während die bildenden Kräfte mit Form und Anordnung der festen Theile in der Haut ein Spiel treiben können. Diese Betrachtung wird unterstützt durch den Vergleich des Wirbelskelettes mit dem der Articulaten. Bei letzteren haben wir wichtige Functionen des erstern, verbunden mit denen eines Hautskelettes, und in Folge dieser Vermehrung und Art der Functionen tritt auch hier eine regelmässige Gliederung auf, welche höchst ähnliche Fälle darbietet als das innere Skelett der Wirbelthiere: namentlich in den einfacheren Formen das gleichmässige Aufeinanderfolgen gleicher Segmente und in den complicirteren die Entwicklung bestimmter Regionen durch Verschmelzung einer Anzahl der einfachen Elemente.

Eine solche teleologische Begründung bleibt nur insofern unvollkommen, als nicht nachzuweisen steht, dass die Zwecke nicht doch noch durch ganz andere Formen des inneren Skelettes erreicht werden können, dass die Einingung der möglichen Formen durch die gemachten Anforderungen wirklich so weit geht, dass nur das Wirbelskelett, wie wir es nun eben kennen, möglich bleibt. Ja es ist diess wohl unwahrscheinlich, und wir können hier nur als letzten Grund auf das Gesetz kommen, an welches die bildenden Kräfte gebunden sind, von wenigen Urtypen aus durch Combination der Elemente eines jeden Typus die Manchfaltigkeit der Formen hervorzubringen.

Als eine interessante Aehnlichkeit zwischen Hautskelett und innerem darf hier aber erwähnt werden, dass im ersteren doch nicht überall die Elemente auf die einfachsten Arten der Verbindung unter einander reducirt sind. Fast

durchgängig sind dieselben freilich nur neben einander gelegt und durch die Haut mit einander verbunden, wovon das dachziegelförmige Uebergreifen nur eine Form ist. In einigen Fällen haben wir Verwachsung, nahtartige Verbindung, wie bei den Schildkröten. Aber es kommt, bei den Ganoiden J. Müller's, auch die künstlichere Verbindungsform des Gelenkes zwischen den Stücken des Hautskelettes vor.

Die zweite bemerkenswerthe Verschiedenheit zwischen innerem und Hautskelett wird erkannt in den eigenthümlichen Gewebsentwickelungen des Hautskelettes.

Im innern Skelette haben wir Knorpel und Knochen von den bekannten mikroskopischen Elementen. Abweichungen kommen wohl fast nur in den Knorpeln mancher Knorpelfische vor, welche zwar auch von Kalksalzen durchdrungen sind, ohne dabei doch die Structur des Knochens anzunehmen.

Im Hautskelette haben wir dagegen mancherlei Gewebsformen, welche zum Theil wohl als Modificationen des Knochengewebes aufgefasst werden können, zum Theil aber auch bis jetzt keine Verwandtschaft mit demselben zeigen.

Indem ich nun dem Entwicklungsgange folgen und von den Gewebsformen des Knorpels beginnen will, scheint es mir angemessen, noch etwas weiter auszuholen und auch eine Entwicklungsweise der Cutis hier zu erwähnen, wobei dieselbe schuppenartig aussieht, ohne doch feste Theile zu enthalten.

Die Haut der Amphibien verdient besondere Aufmerksamkeit und hat mir eben auch in dieser Hinsicht Bemerkenswerthes dargeboten. Ich habe beim Suchen nach Schuppen in der Haut mehrerer Saurier nichts der Art gefunden, und das schuppenartige Aussehen, welches dieselben gleichwohl besaßen, kann demnach auf verschiedene Weise bewirkt werden.

Die eine Art von Häuten könnte man modellirte

Häute nennen, indem hier aus dem einfachen Cutisgewebe Erhebungen vortreten, welche ganz allein, ohne harte Einlagerung, das schuppige Ansehen bewirken. Bei solchen Häuten muss natürlich eine starke oder derbe Lage der Cutis das Fundament bilden, an welchem sich diese Hervorragungen erheben. Auch scheint es mir, dass diese Häute noch derbere Fasern, ausser der Zellgewebsfaser enthalten. Vielleicht ist das *tela elastica*. So sah ich Häute, in welchen Felder durch Furchen abgegrenzt waren. Innerhalb der Felder waren derbe Fasern in grösserer Zahl enthalten und daher hatten sie diejenige Consistenz, welche zur Hervorrufung des gefelderten Ansehens nöthig war. — Sind dagegen harte Einlagerungen vorhanden, so kann das Muttergewebe, die Cutis selbst, welche theils diese Schuppen enthält, theils die Verbindung zwischen denselben bildet, sehr zart sein, das schuppige Ansehen bleibt dennoch. Diese harten Einlagerungen können knorpelig oder knöchern sein.

Im erstern Falle kann der Knorpel ganz die gewöhnliche Knorpelstructur haben, wie ich es z. B. bei *Calamaria arctiventris* fand. Diese Knorpelblättchen sind nicht immer leicht aus der Cutis zu befreien. Bei einem Exemplar der genannten Schlange gelang es mir bei dem ersten Griff mit der Pincette an den hervorragenden, von Cutis überzogenen Rand einer Schuppe, dieselbe so auszureissen, dass der tiefer in der Cutis steckende Theil sich aus dem umhüllenden Gewebe frei machte, während ich das später an mehreren andern Schuppen desselben Thieres ohne Erfolg versuchte. Exemplare, welche längere Zeit in nicht zu starkem Weingeist gelegen haben, dürften sich wohl besonders gut eignen, um die Schuppen aus der Haut zu lösen. Ich fand in diesem Knorpel keine Verschiedenheit des Baues von gewöhnlichem Knorpel.

Dagegen glaube ich auch zum Knorpel, das, so viel ich weiss, noch nicht bekannte eigenthümliche Gewebe in

den Schuppen von *Lacerta agilis* rechnen zu müssen. Um dieses aus der Haut des Thieres in Stücken, die sich zur Beobachtung schicken, gewinnen zu können, habe ich die Haut einige Zeit (wenige Minuten, 15 reichen völlig hin) in siedendem Wasser gehabt. Dann lassen sich die Schüppchen sehr leicht durch Reiben von Hautstückchen zwischen zwei Glasplatten aus dem undurchsichtigen Gewebe befreien. Es liegen dieselben zwischen dem schwarzen Pigment, welches die innere und dem grünen, braunen u. s. w., welches die äussere Seite der Haut färbt. Ich habe das eigenthümliche Gewebe in grossen und kleinen Schuppen, auch in den Schuppen recht junger Thiere gefunden. Man wird dieselben mit blossen Augen für gewöhnliche Knorpel halten, da sie sich an Farbe und Durchscheinheit wie feine Stückchen gekochten Knorpels ausnehmen.

Unter dem Mikroskope aber zeigen diese Schüppchen einen Bau, welcher weder mit Knorpel noch mit irgend einem andern mir bekannten Gewebe Aehnlichkeit hat. Es bietet dasselbe nämlich eine feine lamellöse Structur dar und die einzelnen Lamellen sind äusserst fein gestreift. Die feinen Linien sind von einander $0,0025 - 0,0028^{\text{mm}}$ entfernt. Sie verlaufen im Allgemeinen parallel und einigermaßen geradlinig mit nur leichten Biegungen und ohne Regelmässigkeit in denselben. Hin und wieder laufen zwei Linien, welche in einer Strecke parallel waren, unter spitzem Winkel von einander. Es scheint auch, als wenn aus einer Linie durch Bifurcation wohl zwei hervorgehen könnten, welche dann entweder parallel oder auch unter einem spitzen Winkel aus einander fortlaufen. Entfernen sich zwei Linien von einander, so fangen in dem Raume zwischen ihnen eine oder mehrere neue an. — Dass die Schuppen aus feinen Lamellen bestehen, lässt sich aus dem Bruche schliessen. Am Bruche hinabsehend findet man denselben durch mehrere Linien begränzt, welche sich unter einander auf die unregelmässigste Weise kreuzen können, von

denen sich aber mit Worten nicht gut ein bestimmter Begriff geben lässt, als wenn man eben sagt: sie sehen aus, wie wenn von mehreren dünnen auf einander liegenden Lamellen bei dem Brechen jede in einer etwas anders verlaufenden Bruchlinie getrennt worden wäre.

Einwirkung von Säuren ergab keine Blasenentwicklung.

Unter den Hartgebilden der Haut, welche mehr knochenähnlich sind, müssen wir doch vor Allem die ganz eigenthümlich gebildeten Schuppen der Fische bemerken. Ihre Verhältnisse zur Cutis und Epidermis, ihre chemische Beschaffenheit und Blutgefäße u. s. w. lassen keinen Zweifel übrig, dass sie zum Hautskelette zu zählen und keineswegs Hornbildungen sind. Ob aber irgend eine nähere Beziehung zwischen ihren mikroskopischen Elementen und denen der Knochen jemals zu finden sein wird, darüber lassen sich wohl keine Vermuthungen fassen.

Weniger räthselhaft ist wohl der Bau der Zähne, welche wir hier nur vorläufig mit den übrigen Hautknochen abhandeln, eine nähere Besprechung über ihre Stellung im Systeme vorbehaltend. Die röhrlige Substanz, welche gewöhnlich die Hauptmasse der Zähne ausmacht, darf ja wohl als eine nur modificirte Knochensubstanz angesehen werden. Dafür spricht der Zusammenhang der feineren Aeste der Hauptröhren mit den Verästelungen der Ausläufer der Knochenkörperchen. Bei einem solchen Verschmelzen zweier Gewebe kann man wohl dem verschiedenen mikroskopischen Erscheinen keine tiefe Bedeutung beilegen, um so mehr da sich eine Reduction der scheinbar verschiedenen mikroskopischen Elemente auf eine Urform doch sehr wohl denken lässt.

Ich muss die übrigen an den Zähnen vorkommenden Gewebsformen hier übergehen. Es ist manches davon wenigstens nicht hinreichend bekannt, um hier besondere Anknüpfungspunkte zu gewähren. Interessant ist es, dass Schmelz öfter die Hautknochen gerade dann deckt, wenn

sie an die Oberfläche dringen. So bei so vielen Zähnen und auch bei Hautknochen von Fischen (Ganoiden). —

Haben wir für das innere und Hautskelett, so weit sie knorplig und knöchern auftreten, den Begriff als Einlagerungen in eine fibröse Grundlage aufgestellt, so ist es weniger überraschend, wenn in verschiedenen Theilen des Körpers, ohne Zusammenhang mit den beiden genannten Systemen, an Stellen, welche fast immer ein festes Zellgewebe enthalten, in einzelnen Fällen auch Knorpel auftreten. So die Herzknochen und die häufigern Penisknochen.

Um eine naturgemässe Anordnung der Masse von Knochengebilden gewinnen zu können, welche wir bis jetzt genannt haben, so wie auch für die richtige Auffassung einiger noch nicht erwähnten, müssen wir hier einen noch nicht erledigten Punkt der Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere erwähnen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Knochenbildungen des Wirbelskelettes sowohl als die der Cutis dem sog. animalischen oder serösen Blatte der Keimhaut angehören. Die Anordnung anderer Organe nach den Schichten des Keimes, aus welchen sie sich entwickeln, hat sich, so weit sie durchführbar war, so sehr den bedeutendsten physiologischen Motiven angeschlossen, dass sie natürlich auch bei der Ordnung der Knochengebilde in Frage kommen muss.

Sollten wir nun durch eine solche Eintheilung genöthigt sein, die drei Arten der Knochenbildung: im Wirbelskelette, im Corium und in der Schleimhaut so zusammenzustellen, dass die beiden erstgenannten als Knochen des serösen Blattes den letztern als Knochen des Schleimblattes gegenüberständen?

Ich habe schon bis jetzt die Zähne als Schleimhautknochen und als zunächst den Hautknochen verwandt bespro-

chen, und will nun meine Gründe für diese Anordnung angeben.

Dass ich die Zähne als Schleimhautgebilde ansehe, bedarf wohl seit der genauern Darstellung, welche Goodsir über deren Entstehung gegeben hat, keiner Entschuldigung oder Erklärung mehr. Wenn der Zahn oder die weiche Masse, deren Metamorphose der Zahn ist, als Hügelchen sich aus der Schleimhaut erhebt und der Sack, in welchem er später unter der Oberfläche der Schleimhaut sich weiter bildet, nur eine abgeschnürte Versenkung der Schleimhaut ist, so ist er entschieden ein Schleimhautknochen. Für die Richtigkeit jener Beschreibung der Zahnbildung spricht aber, ausser früheren deutschen Beobachtungen über die ursprüngliche Oeffnung des Zahnsäckchens auf der Schleimhautfläche, noch gar Manches aus der vergleichenden Anatomie, besonders die Bildung von Zähnen bei Fischen im Boden von Vertiefungen der Schleimhaut, die Bildung zahnartiger Fortsätze an Plättchen von Knorpel oder Knochen in der Schleimhaut, wie es z. B. an den Kiemenbögen und Schlundknochen der Fische vorkommt.

Wir stellen also hier nur die Frage, ob die Zähne, als Gebilde der Schleimhaut des Mundes und Schlundes, dem Schleimblatte zuzuschreiben sind? mit anderen Worten, ob das Schleimblatt zur Bildung der genannten Höhle beiträgt?

Die Frage wird vielleicht Manchem auffallend erscheinen, da man gewöhnlich es zu den Resultaten der Entwicklungsgeschichte rechnet, dass der Mund sich durch Dehiscenz der drei Blätter der Keimhaut bilde, dass also die Mundhöhle das vorderste Ende der Höhle des Schleimblattes, ihre Wände daher nothwendig von diesem Gebilde hergestellt seien.

Mir stiessen Zweifel an dieser Ansicht auf, schon als ich durch das Studium der Baer'schen Arbeiten zuerst mit der Entwicklungsgeschichte bekannt wurde. Zunächst musste ich bei einem solchen Gange auf eine theoretische Frage

geleitet werden. Es ist für die Wirbelthiere sehr allgemeine Regel, dass die Muskelmassen, welche aus dem Schleimblatte entstehen, sich von denjenigen des serösen Blattes durch Bau und Functionen unterscheiden. Mund und Schlund schliessen sich aber ihrer ganzen Natur nach, durch alle Gebilde, welche sie enthalten, Muskeln und Sinnesorgane, durchaus an die Gebilde des serösen Blattes an. — Hier ist also ein Fall gegeben, an welchem der Werth einer Regel geprüft werden kann. Entweder ist die Verschiedenheit der sonstigen Gebilde des serösen und mukösen Blattes von viel geringerem Werthe, als es auf den ersten Blick scheint, oder die Mundhöhle gehört nicht dem Schleimblatte an. Es ist hier der Unterschied einer natürlichen und einer künstlichen Regel, um den es sich handelt. Eine natürliche Regel hat keine Ausnahme, eine künstliche Regel ist wesentlich nur ein Unterstützungsmittel für das Gedächtniss und nebenbei wohl die Ahnung einer künftigen natürlichen Regel.

Mir scheint es nun aber aus Baer's Schriften, wenn auch den schematischen Zeichnungen die Bildung des Mundes durch das Schleimblatt zu Grunde liegt, dennoch gar nicht deutlich, aus welchen Beobachtungen diese Ansicht geschöpft ist. Sie scheint mehr aus einer gewissen Consequenz gefolgert, als durch die Verfolgung der Entwicklung des vorderen Endes des Darmkanales erwiesen.

Mit allem, was ich selbst in verschiedenen Thierklassen in frühen Zuständen über die Bildung der die Mundhöhle begrenzenden Theile gesehen habe, weiss ich weit eher eine andere Vorstellungsweise zu vereinigen, als die Baer'sche.

Auch scheint mir ein bedeutender Grund gegen die Bildung der Mundöffnung durch Dehiscenz und, was damit nothwendig zusammenhängt, gegen die ursprüngliche Einheit des Mundes und Schlundes mit dem übrigen Darmkanal in den Missgeburten mit blind geendigtem Schlunde zu liegen. Diese lassen sich aus einer blossen Hemmungsbil-

dung, aus einer nicht eingetretenen Dehiscenz erklären, wenn man annimmt, dass der Ort für diese Dehiscenz (welche allerdings irgendwo Statt finden muss) nicht die Mundöffnung, sondern das hintere Ende des Schlundes ist.

Damit stimmt dann auch Alles überein, was ich selbst über die frühesten Zustände der Mundhöhle gesehen habe. Die Wandungen, welche dieselbe begrenzen, die Visceralbögen, scheinen mir gänzlich Entwicklungen des serösen Blattes, mit welchen die zwischen ihnen liegende Höhle entsteht.

Aber ich habe bei diesen Beobachtungen mir nicht die Aufgabe gestellt, die Ausdehnung des Schleimblattes nach vorn zu verfolgen, und diess ist doch ein wesentlicher Punkt für die Fixirung der Ansichten. Es wird aber auch, wenn sich nicht besonders glückliche Objecte darbieten, schwer sein, die Entwicklungsgeschichte dieser Gegend genau zu verfolgen. Doch finden wir in Reichert's Untersuchungen einige Bestätigungen unserer Ansichten. In seinem „Entwicklungsleben im Wirbelthierreich“ hat derselbe angegeben, dass beim Hühnchen diejenige Zellschicht, welche den Dotter zunächst bekleidet und von Reichert Schleimhaut genannt wird, die Mundhöhle nicht auskleide, sondern am hintern Ende derselben blind endige, also der Mundhöhle die Aussenseite dieses blinden Endes zukehre. Wie die Verhältnisse beim Frosche sein sollen, ist mir trotz der Mühe, welche ich an jene Schrift gewandt, nicht klar geworden. Indessen glaube ich aus Reichert's Darstellung doch so viel entnehmen zu können, dass derselbe auch hier die Kopfvisceralhöhle nicht als ursprünglich eins mit dem Darm betrachtet. Vogt in seiner „Embryologie des Salmones“ ist über diese Frage ungewiss geblieben. Die Mundhöhle entstehe in einem Blasteme zwischen Kopf und Dotter vor dem vordern Ende des Darmkanales. Ob sie aber in dieser Bildungsmasse sich erst selbstständig aushöhlt und dann durch Dehiscenz mit dem Darne sich ver-

einigt, oder ob sie sich durch allmälige Weiterentwicklung des Darmes nach vorn bildet, blieb unklar.

Man wird nach dieser Darstellung, ungeachtet der Ungewissheit, welche über der Entstehung der Mundhöhle schwebt, es gerechtfertigt finden, wenn die Zahngelände vorläufig als nächste Verwandte der Cutisknochen betrachtet werden; so dass man alle diese nebst dem innern Skelette dem serösen Blatte zuschreibt.

Entschieden nicht zum serösen Blatte wollen wir die Herzknochen rechnen. Man mag von dem Gefässblatte halten was man will, das Herz wird für jetzt noch immer eine eigenthümliche Stellung behaupten. Wohin die Penisknochen zu rechnen sind, wird nicht leicht auszumachen sein, da sich bei der Entstehung der äussern Geschlechtstheile die grossen Hauptssysteme, aus welchen sich der Körper zusammensetzt, so zu durchdringen scheinen, dass der Antheil, welchen seröses und Schleimblatt daran haben, nicht zu entwirren ist.

Doch hat es auch wenigstens eine geringere praktische Wichtigkeit, einem solchen einzelnen Knochen seinen Platz anzuweisen, als einer so bedeutenden Entwicklung wie dem Zahnsystem u. dgl.

Man hat, glaube ich, auch wohl die Knorpel oder Knochen der Sklerotika zu den Eingeweideknochen gezählt. Die Sklerotika ist aber ein Theil des Schädels, wie die Entwicklungsgeschichte lehrt. Die Periorbita und die Dura mater setzen sich am nervus optic. als Scheide fort, und diese geht in die Sklerotika über. Die Sklerotika ist eben ein solcher Theil des Skelettes, der häufig auf der fibrösen Stufe stehen bleibt.

Das Skelett des Luftrespirationsapparates lässt sich mit nichts vergleichen. Aber, wenn die oben angeführten Missbildungen mit Verschliessung des Schlundes auf der ersten Entwicklung beruhen und die Mundhöhle nur dem serösen Blatte angehört, so ist dasselbe mit der Lunge der

Fall, da dieselbe bei solchen Missbildungen mit dem Schlunde und Munde zusammenhing. Reichert fand sie auch in ihrem frühesten Zustande mit dem Kiemenbogenträger zusammenhängend. Somit wären die Skelettbildungen des Kehlkopfes, der Luftröhre, der Lungen auch dem serösen Blatte zuzuschreiben, und es liesse sich vielleicht Einiges für eine Verwandtschaft derselben mit dem Kiemengerüste sagen. Doch wollen wir uns auf diese immer nicht recht sicher zu stellende Betrachtung hier nicht einlassen.

Auch über die Kiemenbögen selbst wage ich nicht, eine bestimmte Entscheidung zu formuliren. Es ist Vieles beigebracht für die Analogie des Zungenbeins, Unterkiefers (was natürlich auf den primären Unterkiefer zu beschränken ist) und der Kiemenbögen, so dass diese Ansicht als die wichtigste zu betrachten ist. Es dürfte auch nicht zu bezweifeln sein, dass wirklich eine Analogie zwischen den verschiedenen Visceralspalten, eben so zwischen den verschiedenen Gefässbögen und den Substanzbrücken, in welchen sie verlaufen, Statt findet. Muss darum aber nothwendig dieselbe Analogie zwischen den Skeletttheilen Statt finden, welche sich darin entwickeln? Auch dafür spricht Vieles, und ich verkenne Rathke's Verdienste in der Darstellung dieser Analogie nicht. Doch ist bei den höhern Thieren wenigstens ein auffallender Abstich zwischen den vordern und hintern Visceralstreifen. Und sollte es ohne Bedeutung sein, dass die Kiemenbögen nach Innen von den Blutgefässbögen liegen? Sollten sie nicht vielleicht, gleich den Herzknochen als Knochen der Gefässschicht angesehen werden müssen?

Dass sie nicht dem Schleimblatte zugeschrieben werden können, wenn unsere Ansicht über die Entstehung von Mund und Schlund richtig ist, leuchtet ein. Dass sie nicht der Schleimhaut angehören, ist jedenfalls klar aus dem Verhalten der Schleimhaut mit ihren Zähnen und zahnartigen Zacken, mit welchen sie auf den Knochen des Kie-

mengerüstes bald locker aufliegt, bald fester sich verbindet, immer deutlich noch eine von ihnen verschiedene Schicht darstellend.

Von den beiden ersten Bogen, dem primären Unterkiefer und dem Zungenbeine ist noch später zu reden. Sie hängen mit dem Schädelknorpel zusammen. Auch in dieser Hinsicht ist ihre Vergleichbarkeit mit den Kiemenbögen nicht evident.

Mir scheint aber, wenn man an Rathke's Ansicht zweifeln darf, die Aufstellung einer bestimmten andern so misslich, dass ich nur das Recht in Anspruch nehmen will, von den eigentlichen Kiemenbögen zu schweigen, wenn ich nun ein Wort über das System des inneren Skelettes sage.

Das innere Skelett besteht aus einer Reihe von Abtheilungen. Wie ist das Verhältniss des Muskelsystems zu diesen Abtheilungen auszudrücken? Wie weit geht die Gleichheit dieser Abtheilungen? In Beziehung auf letztere Frage sind namentlich die beiden ersten Halswirbel der drei höhern Wirbelthierklassen und die Wirbeltheorie des Schädels zu besprechen. — Es ist auch hier so wenig, wie in der ganzen kleinen Abhandlung meine Absicht, eine umfassend kritische Besprechung alles über diese Fragen Gesagten zu liefern, sondern nur meine Anschauung derselben darzulegen, so weit dieselbe bestimmte Formen angenommen hat, weil sie sich an mehreren Stellen auf neue oder noch nicht gehörig gewürdigte Thatsachen stützt.

Die Gliederung des Rumpfes, von welcher wir sprechen, äussert sich in Skelett- und Muskelsystem. Im letztern scheinen einige Muskeln eine Ausnahme zu machen, indem sie von Joh. Müller bei den Cyclostomen ohne sehnige Inscriptionen gefunden wurden.

Man kann sagen, dass der Inbegriff der Skelett- und Muskelbildungen im einfachsten Zustande im Centrum ungegliedert ist, während dem peripherischen Theile die Gliederung nie fehlt. Wenn wir die Blätter, welche die Mus-

kulatur durchsetzen, als peripherische Wirbel betrachten, so wird der Muskel eine Einschaltung zwischen diese Wirbel, eine peripherische Intervertebralsubstanz sein. Man möge es nicht auffallend finden, wenn der Muskel hier als etwas Secundäres betrachtet wird. Es hat diese rein morphologische Betrachtungsweise mit der physiologischen Wichtigkeit des Muskels nichts zu thun.

Ich bin zu meiner Auffassung des Verhältnisses der Muskelfaser zum Skelett durch Consequenz getrieben. Indem ich den Folgerungen nachging, welche sich aus der Betrachtung des Skelettes als fasriger Masse, in welche Knorpel und Knochen sich einlagern, ergeben müssen, konnte ich nicht umhin auf dieselbe Frage zu gerathen, zu welcher auch Baer gelangte: wo sind die Grenzen dieses Skelettes gegen den Muskel hin? Die Grenze, welche bestand, so lange man den Knochen als Hauptsache des Skelettes ansehen konnte, ist verwischt. Gehört die Sehne dem Skelett oder dem Muskel an? Hier liess mich Baer etwas im Stich mit der unbefriedigenden Aeusserung: wo der Muskel aufhöre, beginne das Skelett, die Sehne gehöre schon dem Skelett. Dafür sprechen freilich entscheidende Gründe; wo aber hört der Muskel auf? Was ist ein Muskel? Ist er etwas Anderes, als eine Masse Muskelfasern, durchwebt vom Zellgewebe, welches die Enden der Muskelprimitivbündel in der Form der Sehnenfaser verlässt, um sie an das Skelett zu knüpfen ¹⁾? Wo ist also eine Grenze des Muskels gegen die Sehne, worauf es nach Baer an-

¹⁾ Hier steht mir freilich die Ansicht gegenüber, welche unter andern Gerber vertritt, dass die Muskelfaser sich in die Sehnenfaser fortsetze. Da ich diess histogenetisch nicht begreife und die oben adoptirte Ansicht einfacher finde, so habe ich sie gewählt, obwohl manche eigene Bemühungen, mich durch das Mikroskop selbst zu einer Ansicht zu erheben, namentlich Untersuchungen der Spitzen feiner Papillarmuskeln im Herzen, mich nicht zur Klarheit geführt haben.

kommen würde? Die Sehne geht ohne Grenze in das Zellgewebe des Muskels über! Und bei den Fischen fällt ja die Sehne mit dem Faserskelett ganz zusammen. Und wie häufig und bedeutend sind auf der anderen Seite die Verknöcherungen der Sehnen bei Vögeln!

Ich betrachte das Verhältniss der Muskelfaser zu dem fibrösen Skelette als ähnlich wie dasjenige des Knorpels und Knochens zu demselben Skelette. Die abstracte Vorstellung des Skelettes ist nur eine fibröse Masse, welche sich auf Chorda und Rückenmark lagert. Diese tritt zurück mit dem Entstehen von Einlagerungen, Muskel und Knorpel. Diese Einlagerungen alterniren mit einander von vorn nach hinten. In der Richtung von Aussen nach Innen ist ihr Verhältniss: dass im peripherischen Theile die Muskeleinlagerung, im centralen die Knocheneinlagerung herrscht.

Das Vorkommen beider Arten der Einlagerung kann aber darum keine vollständige Parallele bilden, weil die thierische Oekonomie wohl der Knorpel und Knochen, nicht aber der Muskelfaser entbehren kann. Darum ist der peripherische Theil des Skelettes stets gegliedert, d. h. die peripherische Einlagerungsmasse ist stets vorhanden, nicht immer die centrale.

Ungeachtet also ein Beweis meiner Ansicht aus der vergleichenden Anatomie nicht in der Maasse möglich ist, wie diese die Betrachtung des Knorpels u. s. w. als Einlagerung rechtfertigt, bin ich doch in der Auffassung dieses idealen Skelettes durch einige mehr objective Wahrnehmungen bestärkt worden. Es giebt ja Missbildungen, wo mit Mangel des Rückenmarkes auch Mangel der durch Nerven zu dem fehlenden Centraltheile gehörigen Muskeln Statt findet. Herr Fäsebeck hat eine Missbildung beschrieben, bei welcher die Muskeln der untern Extremitäten fehlen. Hier waren aber bedeutende Zellgewebemassen anstatt der Muskeln entwickelt, und, wenn meine Erinnerung der mündlichen Mittheilung des Herrn Fäsebeck genau ist, so hat-

ten diese Zellgewebemassen eine gewisse Disposition in verschiedene Portionen, gleichsam als fehlte ihnen nur die Muskelfaser, um Muskeln darzustellen.

Denkt man sich eine solche Hemmungsbildung am Rumpfe einer Myxine od. dgl., so würde das eine Verwirklichung meines abstracten Skelettes sein.

Ich will wenig Werth darauf legen, dass ich bei Untersuchung von Embryonen an Säugethieren die Formen der Rückenmuskeln schon scharf gezeichnet sah, während ich das Muskelgewebe darin noch nicht, wohl aber ziemlich entwickelte Zellgewebefasern erkannte. Ich habe diese Beobachtung nicht hinreichend wiederholt, um sie für zuverlässig zu halten. Indessen, wenn auch die Muskelfaser vielleicht schon angelegt war, und nur durch ein zu rohes Verfahren zerstört wurde, so ist auch diese grosse Zartheit, gegenüber dem Zellgewebe schon nicht ohne Interesse. Gewiss musste es denn doch das Zellgewebe sein, welches, zuerst entwickelt, dem Muskelgewebe gleichsam als Nest und Form diente.

Ob nun in einem Muskel sehr wenig oder sehr viel Zellgewebe vorhanden ist, in welcher Hinsicht allerdings grosse Verschiedenheiten Statt finden, darauf kann es für unsere Ansicht gar nicht ankommen. Der Knorpel verdrängt meistens das fibröse Gewebe so, dass zwischen den Knorpel-elementen nichts von den Fasern mehr zu finden ist, sondern nur als Perichondrium. Eine so dichte Anhäufung können aus physiologischen Gründen die Muskelemente wohl nicht bilden. Aber die Muskeln bei Fischen u. s. w. scheinen allerdings weniger zellgewebehaltig zu sein, als bei Säugethieren. Bei der Frage nach der Grenze zwischen dem primitiven Skelette und dem Muskelsystem sind wir also durch Consequenz dahin geleitet, eine solche Grenze nur in soweit anzuerkennen, als auch eine zwischen dem fibrösen Urskelett und den in dasselbe deponirten Hartgebilden besteht. Die Sehnen, welche ja auch verknöchern können,

und welche im Seitenmuskel der Fische ganz zusammenfallen mit den, dem Skelett offenbar angehörigen Muskelsepta, sind überall Theile des Urskelettes und selbst das Zellgewebe, in welches sie sich, in den Muskel eintretend, auflösen, lässt sich nicht von dem Begriffe des Skelettes trennen.

Ich wiederhole also nicht bloss Baer's Satz, dass die Sehne schon dem Skelett angehört (Meckel's Arch. 1826. p. 337), sondern ich betrachte den Muskel Faser für Faser als in das Skelett eingelegt, und nicht wie einen ganzen Körper in dasselbe eingeschoben.

Wenn es der physiologischen Nothwendigkeit der Muskelfaser wegen natürlich ist, dass wir nie ein Skelett ohne dieselbe finden, so kann dagegen wohl die Frage entstehen, was die ersten Gründe für das Auftreten des Knorpel- und Knochenskelettes und für die Entwicklung der grösseren Mannigfaltigkeit des Muskelsystems bei höhern Thieren seien.

Dass bei Thieren, welche sich auf Extremitäten gestützt, auf dem Lande oder der Luft bewegen, sowohl ein knöchernes Gerüst als ein complicirteres Muskelsystem nöthig ist, bedarf keiner Erläuterung.

Aber welche sind die physiologischen Gründe für die Verschiedenheit zwischen den Fischen? Warum bei einem Theile derselben Knochen, bei einem andern nur das Urskelett?

Es lässt sich im Allgemeinen begreifen und durch mathematische Demonstration darthun, dass die Festigkeit des Gerüsts mit der Grösse des Thieres in solchem Verhältnisse wachsen muss, dass das Gerüste an Masse in stärkerem Verhältnisse als der übrige Leib zunehmen müsste, wenn diese Zunahme nicht durch eine festere Beschaffenheit ersetzt würde.

Im Allgemeinen sind nun auch wohl die Cyklostomen kleinere Fische als die übrigen. Es giebt eine Reihe kleinerer Species unter denselben und nur einige mittelgrosse. Das Skelett der grossen Plagiostomen ist kein gewöhnlicher

weicher Knorpel. Aber es giebt auch unter den Knochenfischen sehr kleine Thiere. Weshalb diese Knochenskelette haben, weiss ich nicht physiologisch zu erklären.

Wollen wir aber die auf dem Lande lebenden Thiere mit den Fischen vergleichen, so finden wir hier ganz einfache Ursachen, weshalb sie ein knöchernes Skelett und einen künstlichen Muskelbau, wie er nur am knöchernen nutzen kann, haben müssen. Zu einem solchen Vergleiche sind Landthiere auszuwählen, deren Bewegungsart möglichst viele Aehnlichkeit mit derjenigen der Wasserthiere hat: schlangenartig gebildete Leiber, ohne tragende Extremitäten. Der physiologische Unterschied liegt hier mit einem Worte darin, dass die Bewegung der Schlange es erfordert, sich einem geformten Medium anzuschmiegen, während dieses Bedürfniss bei dem Fische wegfällt. Daraus erklärt sich Vieles. Wenn die Schlange sich zwischen Steinen, durch Löcher, um Baumäste und dgl. hinzubewegen hat, so ist es sehr häufig nöthig, dass scharfe Biegungen an ganz beschränkten Stellen des Körpers gebildet werden und dass diese Biegungen sich nach und nach, wie der Körper fortschreitet, an allen Theilen desselben wiederholen. Nun hängt es mit dem Wesen eines ausgebildet knöchernen Skelettes zusammen, dass die Rückenmuskeln durch dasselbe Gelegenheit haben, sich so anzuheften und so mannfaltige kürzere und längere Muskelkörper zu bilden, dass dadurch eben solche begrenzte und starke Krümmungen einzelner Theile möglich werden. Der Fisch braucht zur Bewegung nur Krümmungen von grösserem Radius und dazu genügen die Seitenmuskeln, welche sich nicht an die knöchernen Wirbelkörper, sondern grossentheils nur an die Sepimente befestigen.

Die grosse Regelmässigkeit, mit welcher in dem Rumpfskelette sich von vorn nach hinten gleiche Theile wieder-

holen und so allmählig im Fortschreiten ihre Formen ändernd, dass kein neuer Fortsatz an einem Wirbel stark hervortreten pflegt, ohne an seinen Vorläufern schon angedeutet worden zu sein, diese erleidet am vordern Ende der Wirbelsäule plötzlich auffallende Ausnahmen. Schon die beiden vordersten Halswirbel haben Abweichungen von den übrigen, über deren Reduction auf die gewöhnlichen Formen keine allgemein anerkannte Ansicht besteht. Bei weitem verwickelter werden jedoch die Verhältnisse am Schädel, der theilweise zwar ohne grosse Schwierigkeit, theilweise aber in der That nur zweifelhaft als eine Wirbelbildung erkannt werden kann.

Gerade hierüber hat die Entwicklungsgeschichte manche Aufschlüsse gegeben, ohne jedoch bis jetzt über verschiedene Punkte eine Entscheidung herbeigeführt zu haben. Wenn ich diesen Gegenstand hier zur Sprache bringe, so geschieht es mehr, um auf das in der Wissenschaft schon Vorhandene aufmerksam zu machen, als weil ich bedeutend Neues hinzufügen könnte. Nicht so sehr die Sachen als manche Consequenzen aus den Beobachtungen, Anwendungen auf die vergleichende Anatomie, welche noch immer nicht hinreichend anerkannt werden, habe ich im Auge. Gern hätte ich die Entwicklung des Schädels noch mehr selbst geprüft, als es sich hat ausführen lassen. Indessen habe ich mich doch von manchen wichtigen Thatsachen selbst überzeugt und daraus die Art ihrer Anwendung auf die vergleichende Anatomie leicht erkennen können, welche sich beim blossen Studium der Bücher und Abbildungen leichter entzieht.

Die sogenannte Wirbeltheorie des Schädels ist theilweise durch die Entwicklungsgeschichte bestätigt worden, theilweise hat aber auch die Entwicklung des Schädels Thatsachen dargeboten, welche sich mit der Deutung einiger Theile des Schädels als Wirbel schwer oder gar nicht vereinigen lassen.

Wie einerseits die Auffassung des Hirnes als einer besondern Entwicklung der im Rückenmarke sich einfacher darstellenden centralen Nervengebilde schon auf die Idee hinleiten konnte, dass auch seine feste Umhüllung eine Entwicklung ähnlicher Elemente sei, wie die der Wirbelsäule, so leitet mit grösserer Bestimmtheit zu einem ähnlichen Schlusse die Chorda dorsalis. Die Entwicklungsgeschichte wie die Anatomie mancher Fische zeigen uns, dass die Basis des Schädels eben sowohl wie die Körper der übrigen Wirbel einen Antheil der Chorda in sich enthält. Die Entwicklungsgeschichte lehrt, dass bei allen Thieren wenigstens ein Theil der Schädelbasis zu dieser Chorda sich ähnlich wie ein Wirbelkörper verhält.

Hiemit tritt aber auch die Begrenzung der Ansicht uns nahe; es werden uns wenigstens gewisse Formen, in welchen die Wirbeltheorie ausgesprochen worden ist, zweifelhaft. Sollten die Zweifel mit Evidenz zu heben sein, so wird es wenigstens gut sein, sie bis dahin gehörig geltend zu machen und sie bei weiteren Untersuchungen in ihrem ganzen Umfange vor Augen zu haben. Ich habe diese Zweifel auf Veranlassung von Rathke's Programm in dem vierten Bericht von dem naturwissenschaftlichen Seminar zu Königsberg in den Göttinger gelehrten Anz. (1841. p. 35) ausgesprochen und bald darauf sprach Vogt sich in gleicher Richtung aus (Entwicklungsgeschichte des Alytes obstetric.), auf eigene Wiederholung von Rathke's Beobachtungen sich stützend.

Da indessen die betreffenden Beobachtungen selbst noch nicht allgemein anerkannt worden sind, so muss die Hauptverschiedenheit, welche sich zwischen den wenigen Beobachtern findet, hier zuerst erwähnt werden, ehe weiter davon die Rede sein kann, ob Vogt und ich mit Grund zweifeln konnten an der sogenannten Wirbeltheorie des Schädels, insofern diese über das os occipitis hinaus geht.

Rathke hat 1839 sowohl in seiner Entwicklungsge-

schichte der Natter als auch in dem eben genannten Programme höchst interessante Beobachtungen über die Basis des Schädels bekannt gemacht, aus welchen er selbst folgerte, dass die beiden vordern sogenannten Schädelwirbel sich doch bedeutend vom Wirbeltypus entfernten. Das Vorderende der Chorda ist in der Gegend zwischen den Gehörorganen enthalten. Es bildet sich hier um dasselbe eine Knorpelplatte, wie ein breit gedrückter Wirbelkörper, von welcher nach vorn drei oder (bei Fischen und Batrachiern) zwei Fortsätze ausgehen. Zwischen den beiden weit nach vorn laufenden seitlichen und, wo er vorhanden ist, vor dem mittlern, entsteht der Durchbruch der Schädelbasis, in welchem sich durch Vereinigung mit der Schleimhaut des Rachens die Glandula pituitaria bildet. Die beiden seitlichen oder paarigen Fortsätze, Schädelbalken, laufen, das Gehirn stützend, nach vorn. Da vereinigen sie sich und bilden eine absteigende Platte, der Hauptsache nach das spätere Septum der Nasenhöhle.

Diese Beobachtung über das vordere Ende der Chorda wurde durch Vogt bestätigt, während Reichert abwich. Dieser sprach sich gegen Rathke's Beobachtungen sowohl in Beziehung auf das vordere Ende der Chorda als auch über die Entstehung der Gland. pit. aus.

Indessen stimmen für Rathke's Angabe über den erstern dieser Punkte ausser Vogt's Bestätigung und dem Wenigen, was ich selbst von verschiedenen Thieren über die Chorda wahrgenommen habe, auch noch Baer's Darstellungen und die vergleichende Anatomie. Denn bei keinem Thiere, ausser dem Amphioxus, reicht die Chorda so weit in das Vorderende des Schädels, als Reichert gesehen haben wollte.

Wir glauben uns also auf des ohnehin als genauer Beobachter so hoch geschätzten Rathke Darstellung verlassen zu dürfen. Auch was die Bildung der Gland. pit. betrifft, erkennen wir vorläufig die Angaben dieses Beobachters an,

obwohl es uns nicht gelungen ist, sie an Säugethierembryonen zu bestätigen — vielleicht weil dieselben nicht das geeignete Alter hatten. Wir wollen wenigstens darauf hinweisen, dass, wenn diese Beobachtung richtig ist, sie auch einigen Grund gegen die Anerkennung anderer Wirbel, als des Occipitalwirbels im Schädel, an die Hand giebt, da eine solche Durchbohrung der Schädelbasis jedenfalls weniger Auffallendes hat, wenn sie vor der Reihe der Wirbelkörper geschieht, als innerhalb derselben.

Indessen ist die Frage eine keineswegs einfache und ich hoffe, dass die Wirbeltheorie, welche jedenfalls für einen Theil des Schädels durchführbar und eine Wahrheit ist, noch ausserdem, wo sie nicht anwendbar ist, die Rolle des Schatzes im Weinberge spielen wird. Denn seitdem dieselbe so in Conflict mit der Entwicklungsgeschichte gerathen ist, werden Aufgaben klar, welche man früher nicht ahnte. Ehe wir eine vollständige wissenschaftliche vergleichende Anatomie des Schädels haben können, sind zwei Aufgaben zu lösen:

1. Deutung von Rathke's Schädelbalken.
2. Ermittlung dessen, was bei den verschiedenen Thierschädeln dem Urschädel angehört und was sich nur als Belegknochen anschliesst. Denn so wenig die eigentlichen Nieren den Oken'schen Körpern analog sind, so wenig darf man einen Theil des Schädels eines Thieres mit den Schädeltheilen anderer vergleichen, bloss weil sie etwa denselben Platz einnehmen. Es muss vor Allem gefragt werden, ob sie auch in beiden Fällen dem Primordial- oder Secundärschädel angehören und nicht das eine Mal dem einen, und das andere Mal dem andern. So ist es ganz unfruchtbar, das Quadratbein der Vögel, welches dem Primärskelett des Gesichtes angehört, mit einem Theile des Unterkiefers oder Schläfenbeines der Säugethiere vergleichen zu wollen.

Natürlich kann auch von einer Reduction der Schädel-

theile auf das Wirbelsystem nur in so weit die Rede sein, als diese Theile dem Urschädel angehören.

Darum ist keine Schwierigkeit dabei, den Occipitalwirbel, so weit seine Bildung bis jetzt bekannt ist, als wahren Wirbel zuzulassen.

Auch über den hintern Theil des Keilbeines kann man für jetzt nicht zweifelhaft sein, dass er sich nach dem Wirbeltypus bilde, ausser, wo sich das sogenannte Keilbein wie eine Schuppe an die Schädelbasis anlegt. Man möchte zweifeln, ob das Keilbein der Fische wirklich ein solches ist.

Ausgemacht ist es aber, dass die Chorda sich über den Occipitalwirbel hinaus erstreckt und dass der hintere Theil des Keilbeinkörpers aus ihrer unmittelbaren Belegung sich bildet. Darauf stützt sich J. Müller (Archiv 1843. Bericht S. 248) mit Recht gegen die Behauptung, dass nur der Occipitalwirbel zuzulassen sei.

Eben so bin ich auch ganz damit einverstanden, dass J. Müller a. a. O. nur von Wirbelkörpern vor dem Occipitalwirbel spricht, da nach Jacobson's Untersuchungen (Vergl. denselben Bericht S. 251) die Theile, welche man als Bogen der vordern Schädelwirbel ansprechen könnte, dem Secundärschädel angehören. Bei Haifischen u. dgl. wird das freilich anders sein.

Es käme also hauptsächlich darauf an, die Schädelbalken zu verstehen, um zu wissen, ob solche Theile, welche aus diesen sich bilden, ebenfalls noch auf die Natur von Wirbelkörpern Anspruch machen können.

Wenn man nun von Müller's Construction der Wirbel ausgeht, so müsste wohl dem vordern Theile des Keilbeins jedenfalls das centrale Wirbelstück mangeln, da die Chorda nicht so weit nach vorn geht und der vordere Theil des Keilbeins nur aus den, vor der Glandula pituitaria wieder vereinigten, Balken entstehen kann ¹⁾.

¹⁾ In Bezug auf Müller's Theorie der Wirbelkörper findet sich

Wenn hier also ein Wirbelkörper anzunehmen ist, so möchte derselbe eine Aehnlichkeit mit den Wirbelkörpern derjenigen Batrachier haben, bei welchen nur die Basen der Bogentheile zur Bildung der Wirbelkörper zusammentreten.

Nimmt man einen gesprengten Schädel z. B. eines Hundes, so ist es ganz klar, dass das knorplige, auf dem Vomer ruhende Septum der Nasenhöhlen die unmittelbare Fortsetzung des vordern Keilbeins ist, und dass auch dieses zu den Wirbelkörpern gehören müsste. Rathke hat hierbei an die platt gedrückten Wirbelrudimente erinnert, welche am Schwanzende bei Fischen vorkommen.

ein auffallendes Factum in Hyrtl's Monographie über *Lepidosiren paradoxa*. Das Verhalten der sogenannten Rippen an diesem Thiere, insofern sie nach hinten in Dornfortsätze übergehen u. s. w., hatte mich, wie wohl Manche (z. B. Stannius in seinem und v. Siebold's Lehrb. der vergl. Anatomie 2. Abthl. S. 7. Anmerk.) dahin bestimmt, dieselben gar nicht als Rippen, sondern als untere paarige Wirbelstücke, Hämapophysen, anzusehen. — Hyrtl findet aber an dem von Bischoff untersuchten Skelett noch an einer Reihe von Wirbeln untere paarige Ossificationen an der Chorda, welche er unbedenklich für die untern Wirbelstücke hält, ohne die Schwierigkeit zu berücksichtigen, welche sich durch das Verhalten am Schwanz für die Vergleichung der rippenartigen Knochen von *Lepidosiren* mit wahren Fischrippen finden. — Darf man die Conjectur wagen, dass die von Hyrtl an der Chorda beobachteten Knochenstückchen isolirte Stücke der Centraltheile von Wirbelkörpern waren? Aus einem Punkte braucht ja die Bildung dieser centralen Stücke wohl nicht auszugehen (Vgl. weiterhin S. 46 — 47). Rathke hat bei der Natter die Bildung der centralen Theile der Wirbel schon beobachtet und fand öfters die Chorda zuerst von zwei feinen Bögen von jeder Seite umgeben, welche dann bald oben und unten zu einem Ringe sich vereinigten. Sind nun vielleicht in Hyrtl's Falle nur die untern Theile solcher Bögen gebildet und isolirt geblieben? Dann wäre auch hier eine Reduction auf die allgemeinen Wirbelelemente möglich. Doch ist es nur durch Autopsie möglich, den Werth einer solchen Conjectur zu prüfen.

Auch würde sich das Auffallende in einer solchen Deutung des Septum vermindern, wenn man bedenkt, dass die bedeutende senkrechte Ausdehnung dieses Skeletttheiles ja nur etwas sekundäres ist, durch den mit dem Riechorgan verbundenen Athmungsapparat bedingt.

Aber immer ist das ein auffallendes Factum, weil es sich mit nichts anderm vergleichen lässt, wenn die Schädelbalken eine Verlängerung des peripherischen Theiles der Belegung der Chorda weit über diese selbst hinaus vorstellen sollen.

Sind die Schädelbalken (Rathke deutet eine solche Ansicht an) zu vergleichen den Balken, welche bei Cyclostomen den vordern Theil der Schädelkapsel tragen?

Dann scheinen mir zwei Ansichten möglich. Nach der ersten würden die Schädelbalken wirklich paarige Elemente von Wirbelkörpern enthalten, aber sie würden nur die Basilarstücke solcher Elemente sein. So lange sie als Knorpelstreifen bestehen, wären sie zu vergleichen den Knorpelleisten, welche auch am eigentlichen Rückgrat als Repräsentanten der paarigen Elemente mehrerer Wirbelkörper continuirlich vorkommen können. Aber sie wären von diesen verschieden, insofern sie über die Chorda hinausliefen.

Aber wie ist in diesem Falle ihr Verhalten zu der Schädelkapsel zu verstehen? Sie scheinen derselben bei den Myxinoiden ziemlich locker von unten anzuliegen, wenigstens nicht eigentliche Bestandtheile derselben zu sein.

Ich möchte diess Verhältniss so auffassen. Am hintern Ende der Wirbelsäule laufen öfters die Wirbelkörper ohne Bogen noch weit fort, blosse Körper. Wenn sich nun das letzte Ende des Rückenmarkskanales mit seinen Häuten zu einer Blase erweitert über diese bogenlosen Körper hinlegte, so hätten wir ein ähnliches Verhältniss, als es zwischen der Schädelkapsel und den Balken sich findet. Man nehme an, die eigentliche Basis der Schädelkapsel sei zu Ende mit der Chorda und der Glandula pituitaria und es sei nur, wie

seitlich und nach oben, so auch nach vorn, diese Kapsel über ihre Basis hinaus geschwollen, so dass sie auf den Schädelbalken einen Stützpunkt suchen müsste, welche dann ihr entweder nur von unten anliegen, oder auch von den sekundären Knochenbildungen umhüllt werden können.

Eine andere Ansicht aber hat sich mir besonders dadurch empfohlen, dass durch sie die Schädelbalken als etwas mit andern Theilen am Kopfe selbst vergleichbares erscheinen. Es scheint mir nämlich, dass sie in mehreren Verhältnissen mit den seitlichen Ausstrahlungen der Grundplatte des Schädels hinreichend übereinstimmen, um einen Vergleich zu wagen.

Sie unterscheiden sich freilich von den seitlichen Auswüchsen dadurch, dass letztere, oder die weiche Substanz, in welcher sie sich bilden, in früherer Zeit einmal Blutgefässbögen haben, wie die Kiemenbögen hinter ihnen. Indessen, so wie ich die Blutgefässbögen, an sich ein wichtiges Factum ¹⁾, nicht entscheidend für die Natur der Skelettbögen halte, welche sich mit ihnen in denselben Substanzstreifen bilden, so kann ich sie auch in dieser Beziehung nicht für so entscheidend halten.

Die vorderste seitliche Ausstrahlung, wie Rathke sie von der Natter abbildet, ist eine zweizinkige Gabel, deren Stiel nach vorn vom Gehörorgan von der Grundplatte des Schädels ausgeht. An der obern Zinke derselben bildet sich der Oberkiefer als Belegmasse, an der untern der Unterkiefer.

Reichert's Darstellung weicht von der Rathke'schen

1) Reichert ist über dasselbe in Widerspruch mit andern Beobachtern. Theils sollen sie ursprünglich auch an den vordersten Visceralbögen vorhanden sein, aber allmählig zurückrücken an die hintern, die eigentlichen Kiemenbögen, theils (für die Fische) läugnet er sie ganz, nachdem sie von Baer und Rathke beschrieben waren. Aber auch spätere Beobachter haben sie immer gesehen.

ab. Denn aus des erstern bekannter Abhandlung in Müller's Archiv geht hervor, dass er den Stiel der Gabel für eine sekundäre Verbindung hält und den Ursprung des ersten Visceralbogens vielmehr am vordern Ende der obern Zinke sucht.

Jede Seitenhälfte des ersten Visceralbogens läuft also nach Reichert erst der Schädelgrundfläche parallel nach hinten und dann mit einer starken Knickung nach unten und vorn zur Vereinigung mit der andern Seite und als Unterkiefergerüst. Diess ist p. 126 — 127 in Müller's Archiv für 1837 völlig bestimmt ausgesprochen, und es ist aus dem ganzen Aufsätze zu entnehmen, dass diess Reichert's ganz klar aufgefasste Ansicht war. Bis jetzt halte ich die von Rathke für wahrscheinlicher und folge derselben. Eine eigentliche Ausstrahlung, einen festen Zusammenhang der obern Zinken mit der Schädelbasis an der Stelle, welche er für den Anfang hält, scheint mir Reichert nicht gesehen zu haben.

Diese erste seitliche Ausstrahlung spielt nun eine bedeutende Rolle in der Zusammensetzung des Gesichtes, theils unmittelbar, theils als Grundlage späterer Bildungen, hinter welchen sie selbst theils verschwindet, theils nur versteckt wird. Der Fortsatz tritt zwischen Auge und Ohr hervor und zu beiden Organen in nahe Beziehung. Bei den Säugethieren geht sein Stiel mit in die Bildung der Gehörknöchelchen ein, in Hammer und Ambos sich verwandelnd, während der übrige Theil, der sogenannte Meckel'sche Knorpel, allmählig verloren geht. Es ist hier wohl zu berücksichtigen, dass nicht allein keine Spur dieses primären Unterkiefers in dem sekundären zurückbleibt, sondern auch die Anheftung dieses sekundären an einer ganz andern Stelle geschieht.

Diese Thatsachen der Entwicklungsgeschichte machen die Vergleichung des Os quadratum der Vögel, welches eben so wie der Gelenktheil des Unterkiefers bei denselben sich

aus dem primären Skelett bildet, mit dem *Os tympanicum* der Säugethiere oder auch mit dem Gelenkstück des Schläfenbeines, wo sich der Unterkiefer der Säugethiere ansetzt, ein für allemal unmöglich. Autopsie hilft hier mit einem Male über solche unfruchtbare unwahre Vergleichen hinweg. Wer sich davon befreien will, dem schlage ich vor, sich einen Schweinsembryo von einigen Zoll Länge zu verschaffen, und diese Gegend daran zu präpariren. Legt man den aufsteigenden Theil des Unterkiefers bloss, so findet man hinter dessen hinterem Rande den Meckel'schen Knorpel hervortretend, welcher sich einerseits von Innen in den tiefern Theil des Unterkiefers einsenkt, andererseits in den Hammer übergeht. Unterhalb der Stelle, wo der Meckel'sche Fortsatz vom Unterkiefer nach hinten und oben geht, ist der Unterkiefer eine direkte Belegmasse dieses primären Theiles. Die kleinere Masse des Unterkiefers, welche sich von da gegen das Schläfenbein als Gelenkfortsatz erstreckt, ist ausser direkter Verbindung mit dem Meckel'schen Knorpel, es ist ein freier Auswuchs des Belegknochens gegen den Schädel hin und lenkt sich hier auch an einem Belegknochen, dem Schläfenbein an. Das Schläfenbein gehört nicht zum primären Schädel, sondern bildet sich wie ein Knochenschüppchen an demselben. Eben so wenig gehört das Trommelbein zum primären Gerüste. Im übrigen verweise ich auf Reichert's Arbeit, woraus man ersehen kann, wie bei den drei übrigen Wirbelthierklassen das primäre Skelett mehr Antheil an der Bildung des Unterkiefers hat und die sekundären Unterkiefertheile nicht mehr direkt den Schädel berühren. Gewiss ist das Quadratbein auch nicht überall derselbe Knochen. Es ist wohl in manchen Fällen auch theilweise Belegknochen. Man vergleiche z. B. ausser den gewöhnlichen Formen auch Owen's Beschreibung von Lepidosiren.

Weniger genau ist wohl die Metamorphose des vordern

Astes dieses ersten seitlichen Fortsatzes der Schädelbasis bekannt.

Der Oberkiefer liegt demselben sicher nur äusserlich auf, aber im Gaumen-Flügelbeinapparat mag er theils selbst verknöchert erhalten bleiben, theils auch hier Belegknochen bekommen. Ich glaube, dass Untersuchungen an Fischen hier noch mancherlei ergeben werden.

Die paarigen Schädelbalken tragen nun auch, theils selbst, theils durch ihre Belegknochen zur Bildung des Gesichtes bei. Von ihrer vordern Vereinigung wächst bei luftathmenden Thieren die Nasenscheidewand herab. Als Belegknochen bilden sich hieran der Vomer und der Zwischenkiefer, vielleicht auch die Nasenbeine. Dass der Vomer sich spät und als Belegmasse an dem Rande der Platte bildet, darin hat Reichert gewiss Recht. Ich habe auch an macerirten Säugethierschädeln in der Rinne, mit welcher Vomer und Zwischenkiefer das Septum aufnehmen, einen ähnlichen Streifen von weissen Massen gesehen, wie ihn der Meckel'sche Knorpel im Unterkiefer von jungen Vögeln zurücklässt. Das Septum, welches mit einem dicken Rande in der Rinne des Vomer ruht, bildet die gerade Fortsetzung des Sphenoideum, der Vomer legt sich an beide schuppig an. Das Septum ist ein Theil des primären Schädels, aus der vordern Vereinigung der paarigen Balken entstanden.

Wir wollen die an dem Schädelbalkensystem sich entwickelnden Knochen die mittlern, die des ersten seitlichen Fortsatzes die seitlichen Gesichtsknochen nennen. An den mittlern entwickelt sich der mittlere obere Theil des Gebisses, an den obern Zinken der seitlichen Fortsätze die seitlichen obern Theile und an den untern Zinken der Unterkiefer.

Bemerkenswerth ist nun auch das Verhalten zum Auge. Die mittlern und seitlichen Knochen umwachsen dasselbe und lassen doch den Thränenkanal zurück, an welchen sich als eigener Belegknochen das Thränenbein bildet. Aehnlich

verhält sich der erste seitliche Fortsatz mit dem zweiten zum Ohr: hier bleibt als Rest der früheren Spalte die tuba Eustachii und Trommelhöhle. Der meatus auditorius ist eine sekundäre Bildung. Das Paukenbein ist ein Belegknochen wie das Thränenbein und unbeständig wie dieses (ich halte mit Köstlin und Andern auch das sog. Thränenbein der Vögel für ein Frontale anterius). Ich vergleiche die Trommelhöhle mit dem Raume vor dem Auge, das Trommelfell mit den Augenlidern der ächten Schlangen u. s. w. Die Aehnlichkeit wird besonders schlagend, wenn das Trommelfell oberflächlich liegt.

Sollte nun eine so ähnliche Beziehung dieser 3 Paare von Fortsätzen zu den beiden Hauptsinnesorganen und eine so ähnliche Verwendung der beiden ersten zur Bildung des Gesichtes nicht für eine Analogie derselben sprechen?

Aber die Blutgefässbögen der Visceralbögen bilden eine Verschiedenheit. Doch muss sich diese nicht nothwendig auf die Skeletttheile erstrecken. Ich verweise auf die früher ausgesprochenen Zweifel an der Analogie der primären Skeletttheile des Unterkiefers und des Zungenbeins mit dem Kiemenskelette insonderheit der Knochenfische.

Ueber die früheren Versuche, am Gesichte Rippen oder Extremitäten zu finden, will ich hier nur noch hinzufügen, dass sie zum Theil wenigstens auch aus Unkenntniss oder mangelndem Verständniss der Entwicklungsgeschichte in unhaltbarer Form aufgestellt worden sind. Der Unterkiefer als Belegknochen kann unmöglich eine Rippe sein. —

Schliesslich noch einige Beobachtungen, welche meine Ansicht über die Zusammensetzung des Atlas und Epistropheus fixirt haben.

Seit Rathke's Schrift über die Entwicklung der Natter habe ich immer gelegentlich meine Ueberzeugung in Beziehung auf die Deutung des os odontoideum zu begründen gesucht, und bin theils dabei, theils durch einige später bestimmt auf diesen Zweck gerichtete Untersuchungen, wenn

ich auch hin und wieder schwankend wurde, doch im Ganzen immer mehr überzeugt worden, dass Rathke's Ansicht sich in weitem Kreise, vielleicht überall bewähre. — Rathke hat dort die centralen Theile der Wirbelkörper schlechtweg als Wirbelkörper bezeichnet und beobachtet, dass in diesem Sinne das os odontoideum ein Wirbelkörper und zwar der des Atlas sei, während das untere Schlussstück des Atlas sich nach Art der untern Dornen bildet.

Es ist bei einer Darstellung über diesen Gegenstand durchaus nothwendig die Begriffe des os odontoideum und processus odontoideus scharf auseinanderzuhalten. Das os odontoideum umfasst namentlich bei Säugethieren und Amphibien mehr als diesen blossen Fortsatz, es ist nicht selten grösser, als das centrale Körperstück des Epistropheus. Zudem werde ich noch auf ein Knöchelchen aufmerksam machen, welches auf dem Proc. odont. aufsitzt, und bei mehreren Säugethieren einen wesentlichen Bestandtheil desselben ausmacht, so dass also um so weniger die Begriffe des Zahnknochens und Zahnfortsatzes vermengt werden dürfen. Wenn man die Frage aufstellt, ohne diese nothwendige Unterscheidung zu beobachten, so werden Anatomen, die sich weniger mit jugendlichen Zuständen des Skelettes beschäftigt haben oder denen auch die Anatomie der Amphibien ferner liegt, die Darstellung von vorn herein mit unrichtigen Vorstellungen begleiten, welche sogar unmittelbar gegen die Auffassung des os odontoideum als Wirbelkörper einnehmen können, während ein deutlicher Begriff von den Verhältnissen dieses Knochens, wie ich zu zeigen hoffe, nothwendig zu einer solchen Deutung führt.

So wenig ich aber irgend eine Form gefunden habe, welche ich bei genauerer Untersuchung anders hätte verstehen können, so mag es doch solche noch geben. Es ist ja möglich, dass die Natur diese eigenthümliche Verbindungsform zweier Wirbel auch noch durch andere Mittel erreicht, dass z. B. eine eigenthümliche Entwicklung einer

Wirbelepiphyse auch dasselbe leisten kann. Aber die allgemeine Deutung kann diese durchaus nicht sein, wie auch J. Müller (vgl. Ost. der Myx. S. 105) dadurch widerlegt, dass zwischen Os. od. und Körperstück des Epistropheus ein Knochenkern beim Pferdefüllen vorkomme. Ich finde diesen Knochen, wie man sehen wird, eben so constant als die übrigen Intervertebralplatten und stehe nicht an, ihn als Repräsentanten von zwei solchen Platten und der zwischen ihnen enthaltenen Intervertebralmasse anzusehen. Vgl. hierüber die folgende Darstellung, namentlich was über das Schwein von 12 Wochen gesagt worden ist.

Dort wird man finden, dass auch vorn am Os. odont. ein Element vorkommt, welches als eine analoge Epiphyse gedeutet werden darf. Uebrigens will ich noch bemerken, dass das bloße Zählen der Knochenkerne doch nicht so entscheiden kann. Wenn zwischen Os. od. und pars centr. epistr. ein Knochenkern vorkommt, so könnte dieser zunächst vielleicht die Epiphyse des Epistropheus und das Os. odontoid. die des Atlas sein? Man wird sehen, dass dem nicht so ist.

Die Möglichkeit, unserer Untersuchung einen bestimmten Gang und Ausdruck zu geben, beruht, wie bei den Körpern der Schädelwirbel, durchaus auf den Aufschlüssen, welche wir J. Müller über die Zusammensetzung der Wirbelkörper verdanken. Wir haben zu fragen, welchen Theilen eines idealen, aus 5 Stücken bestehenden Wirbelkörpers die Knochenkerne des Atlas entsprechen.

Freilich müssen wir hier zugleich eine Abweichung von jener Zusammensetzung für möglich halten, welche nicht in dem blossen Wegfall eines einfachen oder paarigen Elementes besteht, wie sie häufig vorkommt, sondern in der Ersetzung eines paarigen Elementes durch ein unpaariges, in dem Vorkommen eines unpaaren Stückes an der Stelle der unteren unpaaren Wirbelelemente, Owen's Hämapophysen. Diese Annahme ist natürlich gerade darum sorgfältig zu er-

wägen, weil sie eine Modification eines wichtigen Gesetzes zur Bedingung hat. Meine Gründe sind:

1. Rathke's Zeugniß, der an der Natter offenbar untere Dornen unpaarig entstehen sah. Dasselbe wird bekräftigt durch die rudimentären Dornstücke, welche wir am Halse mancher Amphibien finden, deren Anblick wenigstens die Vermuthung nahe legt, dass sie nur einen Knochenkern gehabt haben. Man kann hiebei an die Möglichkeit denken, diese unpaaren Stücke mit denjenigen zu parallelisiren, welche als Ergänzung der Neurapophysen auf der Spitze derselben vorkommen. Wir würden dieselben dann in Ermangelung der Hämapophysen an deren Stelle erblicken.

So kommen am Halse von Iguana kleine Dornen vor, welche nach hinten so abnehmen, dass man besonders für die letzten wohl nicht eine Entstehung aus zwei Elementen annehmen kann.

Auch bei Hühnchen und Entchen habe ich ein Knochenkernchen gefunden, welches ich für nichts anderes als ein unpaares Dornstück am Epistropheus halten kann. Seine Lage wird unten näher angegeben. Sein Vorkommen gerade hier ist um so interessanter, wenn man es als Glied einer kurzen Reihe von Dornen betrachtet, welche gleich am folgenden Wirbel, dem Atlas, in einem stärkern Produkte, dem untern Schlusstück des Atlas dargestellt ist. Wie oft sind solche Reihen lehrreich, indem sie erkennen lassen, was einzeln für sich stehend nicht zu kennen wäre.

2. Das Vorkommen von zwei weit getrennten Knochenpunkten statt des einfachen untern Schlusstückes, wie ich es bei einem reifen Kätzchen fand, während die normale Bildung zu derselben Zeit nur ein Stück zeigt. Zwar haben J. F. Meckel (Deutsches Arch. f. d. Physiol. Bd. I. p. 603) und Langenbeck (Knochen - Bänder - u. Knorpellehre. 1842. p. 372) beim menschlichen Os odontoideum auch die Entstehung aus zwei seitlichen Knochenkernen dargethan. Aber diese liegen sehr nahe an einander, und verschmelzen

schon früher, so dass man wohl annehmen darf, dass sie dennoch der unmittelbaren Umgebung der Chorda angehören, während die eben angeführten abnormen zwei Kerne im untern Schlussstücke des Atlas der Katze noch bei der Geburt weit aus einander lagen.

3. Fehlt bei mehreren Thieren dieses untere Schlussstück völlig. Es ist nun zwar eine Zusammensetzung eines Wirbelkörpers bloss aus den Basilartheilen zweier Neurapophysen kein unerhörtes Factum, aber doch sehr selten, da es nur bei einigen Batrachiern vorkommt. Wenn sich also gute Gründe sonst anführen lassen, das Os odontoideum für den centralen Bestandtheil des Atlas zu halten, so ist es nun doch auch an sich wahrscheinlicher, diesen sehr constanten Bestandtheil der Wirbel in dem ebenfalls constanten Os odont. und ein wenig constantes Stück in dem ebenfalls nicht constanten untern Schlussstück des Atlas zu suchen.

Beim Schwein, Wiederkäuern, Kaninchen, Eichhörnchen, Hund, Katze, Sorex, Gans, Ente, Huhn, von welchen ich zum Theil viele Exemplare gesehen habe, scheint ein einfaches Stück den Atlas normal zu schliessen, und es wird von mehreren Schriftstellern diess überhaupt als Norm für den Atlas angegeben ¹⁾.

Dagegen ist es bekannt, dass selbst bei erwachsenen Thieren, den Beutlern, das untere Schlussstück fehlt, indem hier der Atlas unter dem Zahnfortsatz (wir denken uns stets die Wirbel auf dem Körper ruhend, wie wenn die Wirbelsäule horizontal liegt) nur ligamentös oder knorplig geschlossen ist.

Ich darf hierauf noch kein so entscheidendes Gewicht

¹⁾ J. Müller (vgl. Ost. der Myx. S. 104), welcher die Frage über das Os. odontoid. beiläufig berührt, erwähnt als einziges ihm bekanntes Beispiel eines nur aus den beiden Bogenstücken bestehenden Atlas, ein von ihm selbst untersuchtes Murmelthier.

legen, da über den Mangel eines morphologischen Elementes im Skelett nicht geurtheilt werden kann, wenn sich fibröse Masse oder Knorpel an der Stelle befindet. Wenn sich bei den Beutelthieren die Chorda dorsalis in embryonalen Zuständen in der Masse befände, welche später diesen ligamentösen Schluss des Atlas bildet, so wäre hier eben ein centrales Wirbelstück im unverknöcherten Zustande. Das wäre nicht ohne Beispiel (Pars basilaris ossis occipit. bei Batrachiern). Aber möglich ist auch, dass in einem solchen Atlas nur zwei Elemente oder dass vier, die obern und untern paarigen, vorhanden sind, welche oben und an beiden Seiten unter einander verschmelzen, aber unten durch eine Lücke getrennt bleiben.

Bei einem Nestvogel vom Kuckuck blieb nun aber nur die Wahl zwischen diesen beiden letztern Annahmen; ein unpaariger Theil war entschieden nicht vorhanden. Hier war in der untersten Partie des Atlas noch eine Lücke, aber sie war so klein, dass es thöricht wäre zu glauben, dass daselbst noch ein Knochenkern hätte entstehen müssen.

Eben so wenig ist ein unpaares Stück bei der Taube vorhanden, und diesen Umstand habe ich benutzt, um wenigstens für dieses Thier eine Sicherheit zu erlangen, ob nur ein Paar oder zwei Paar Stücke den Atlas bilden, wie es mir auch mehr Vertrauen darauf giebt, dass der eben so gebildete Atlas des Kuckucks, der mir nur in einem Exemplar vorgelegen hat, nicht etwa eine Abnormität war. Die Verknöcherung des sogenannten Körpers des Atlas fällt hier ungefähr in den Verlauf der zweiten Woche, während Hühnchen und Gänschen schon bei dem Auskriechen den dritten Knochenkern haben, und schreitet von der Stelle aus, wo die beiden schon verknöcherten Bogen den Körper berühren, abwärts, den Zahnfortsatz umgehend bis zur gegenseitigen Vereinigung unterhalb desselben. Unmittelbar vor dieser Vereinigung stellen sie hier dasselbe Verhältniss dar, das ich auch beim Kuckuck gefunden. Man

muss wohl Bedenken tragen, in einem solchen Falle anzunehmen, dass (im Vergleich zu den übrigen Wirbeln) hier am zweiten ein neues Stück, das Os odontoideum aufgetreten und am ersten das sonst so allgemeine Centralstück weggefallen sei, wenn die Annahme möglich ist, dass keins von beiden geschehen, und nur das an allen Wirbeln des Vogels vorkommende Centralstück, auch hier vorhanden, mit dem Epistropheus verwächst.

Bei Reptilien hat man Gelegenheit die Zusammensetzung des Atlas noch bei ältern oder alten Thieren zu studieren.

Hier finden wir nicht selten an den Halswirbeln untere Dornen, sowohl angewachsen als auch noch bei entwickeltem Zustande des Skelettes durch besondere Knochen dargestellt. Diese Dornen stehen dann sehr gewöhnlich alternirend mit den Wirbelkörpern oder genauer: mit den übrigen Wirbelkörperelementen. Diese Stellung kann, beiläufig gesagt, nicht im mindesten zweifelhaft machen, dass diese Dornen als Wirbelkörpertheile zu betrachten sind, da bei den Schildkröten auch die Bogentheile mit dem übrigen Wirbel alternirend vorkommen, während sie bei den schon früher citirten Batrachiern ganz allein die Wirbelkörper bilden. Es kommt ja auch selbst eine gewisse seitliche Asymmetrie in Wirbelelementen vor. Denn J. Müller fand bei *Chimaera*, dass die einzelnen Knorpelstücke, in welche die beiden unter der Chorda liegenden Knorpelstreifen in einem Theile ihrer Länge zerfallen, nicht recht paarweise neben einander liegen. (Vgl. Anat. der Myx. p. 87). Vgl. hiezu noch Hyrtl: *Lepidosiren paradoxa* p. 9 in Betreff einer etwas alternirenden Stellung der Wirbelbogen-schenkel.

Bei dem schon erwähnten Skelette von *Iguana* stehen kleine Dornen zwischen den Halswirbelkörpern. Ein solcher steht zwischen dem zweiten und dritten. Davor ein angewachsener Dorn an der Stelle, wo sich etwa die Trennungs-

linie vom Körper des Epistropheus und Os odont. befunden haben mag. Dicht vor diesem steht ein grosser Dorn und der ist nichts anderes, als das untere Schlussstück des Atlas.

Geht man nun von der Annahme aus, dass jeder Dorn zu dem Wirbel gehört, an dessen Vorderrande er sitzt, so würde der zwischen Epistropheuskörper und Os. odont. angewachsene zum Epistropheus gehören, und das untere Schlussstück des Atlas seine sehr natürliche Deutung ebenfalls als Dorn finden.

Indessen muss man auch an die Möglichkeit von Dornen denken, welche durch Auswachsen von dem centralen Theile entstehen, was Rathke bei der Natter gesehen zu haben scheint. Bei einem Python sind zwei hintereinander stehende Dornen unten am Epistropheus und die untere Partie des Atlas hat noch nebenher die Gestalt eines grossen Dornes.

Man kann nicht umhin, bei Betrachtung solcher Amphibienskelette, welche mehrere Dornen unten am Halse haben, die Bestimmtheit anzuerkennen, mit welcher das untere Schlussstück des Atlas sich als ein Glied dieser Reihe darstellt. Sind die Dornen nun wie bei Iguana isolirte Stücke und das untere Stück des Atlas ebenfalls, so ergiebt die sinnliche Wahrnehmung so unmittelbar die Wahrscheinlichkeit, dass dieses Stück ein Dorn sei, dass man wohl besondere Gründe aufsuchen müsste, um das Gegentheil zu erweisen.

Eben so will ich hier im Allgemeinen darauf aufmerksam machen, dass besonders bei jungen Säugethieren, auch beim Menschen, das Os odont. mit gleicher Evidenz ein Glied in der Reihe der Wirbelkörper ist. Später noch etwas zur Analyse dieser Erscheinung.

Das untere Atlasstück des Krokodils bietet auch interessante Erscheinungen dar. Hier steht bekanntlich die zweite der kleinen Halsrippen auf der Grenze zwischen Os odont. und Epistropheus. Bei dem vor mir liegenden jungen Exemplar von *Crocodylus biporcatus* hat sie deut-

lich zwei Wurzeln. — Das erste Rippenpaar aber, ganz einwurzelig, sitzt an dem untern Atlasstücke. Diess verhält sich hiedurch wie die untern Dornen am Schwanze der Fische, wenn Rippen an ihnen suspendirt sind.

Nun Einiges über das Os odontoid. insbesondere. Zunächst über die Verbindung der Wirbel untereinander, über den Antheil der einzelnen Wirbelkörpertheile daran und Parallelisirung dieser Verhältnisse mit denen zwischen Epistropheus, Atlas und Hinterhaupt.

Bei den Fischen scheint sehr regelmässig der centrale Theil des Wirbelkörpers die Verbindung der Wirbel untereinander zu bewirken. Die Bogenschenkel schicken wohl auch Fortsätze gegen einander, doch ohne eigentliche Gelenke zu bilden. Die Hämapophysen sind häufig so auf die Grenze zwischen die Wirbel gesetzt, dass offenbar auch sie einen Antheil an der Verbindung der Wirbel haben, doch nicht indem sie sich wie die Bogentheile mit ihres Gleichen, sondern mit den vor ihnen liegenden Centralstücken verbinden.

Zwischen dem ersten Wirbel des Rumpfes und dem Occipitalwirbel findet ein ähnliches Verhältniss der Körper Statt. Die Bogenschenkel treten hier zuweilen in ausgedehnte innige Verbindung mit einander.

Bei den Amphibien (abgesehen von den Nackten) und Vögeln ist nun mit einiger Modification doch eine Wiederholung dieser Verhältnisse im Wesentlichen nicht zu verkennen. Mit nur geringen Schwankungen bleibt überall der Condylus occipitalis aus drei Stücken, dem Körper und den Bogentheilen dieses Wirbels angehörig, zusammengesetzt. Es ist aber, dem Bedürfnisse einer grössern Beweglichkeit entsprechend, namentlich um die Beweglichkeit von oben nach unten möglich zu machen, diese dreitheilige Fläche nicht wie bei den Fischen in die Höhe ausgedehnt, gleichsam an beiden Seiten neben dem Rückenmark in die Höhe gezogen, sondern in eine knopfförmige Fläche zusammengedrängt.

An diese Gelenkfläche ist nun in den genannten Klassen eine andere viertheilige eingelenkt. Diese wird zusammengesetzt aus den Basen der Bogenschenkel, dem Schlussstück des Atlas und dem Os odontoideum. (Ausnahmen: bis jetzt bekannt, Kuckuck, Taube).

Dem Körper des Occipitalwirbels gegenüber hätten wir hier also zwei Stücke, und es scheint mir doch die Annahme sehr viel einfacher, dass das Os odontoid. sich als Atlaskörper am Occipitalwirbelkörper anlenkt, als dass ein Wirbel den andern durchbohrend sich an den dritten anschliesst. Auch bleibt bei dieser Annahme das untere Schlussstück des Atlas in einer Function, welche Dornstücke, wie schon bemerkt, öfter haben: an einem Wirbelkörper befestigt, sich zugleich an den folgenden anzulegen.

Bei Säugethieren haben sich beide Körper von einander zurückgezogen, es sind nur noch die Verbindungen der Bogenschenkel übrig geblieben, gelenkartig, wie sie auch sonst vorkommen.

Einiges Andere hieher gehörige ist noch: die Verbindungsweise des Os odontoideum, wie sie bei einigen Schildkröten vorkommt, wo sie fester zwischen Os odontoideum und Atlas als mit dem Epistropheus ist.

Eine besonders feste Ueberzeugung habe ich aber endlich aus der Anschauung mehrerer junger Säugethiere einige Wochen nach der Geburt gewonnen. (Bei Neugeborenen z. B. Kätzchen, aber auch vielen andern, finde ich stets vor dem centralen Körperstücke des Epistropheus das Os odontoideum und weiter nichts knöchernes).

Zuerst bei einer wohl mindestens 6—8 Wochen alten Katze fand ich eine Klarheit der Verhältnisse, wie ich sie nicht erwartet hatte. Hier lag hinter dem Os odontoideum, vor dem Centralstücke des Epistropheus, eine Knochen-scheibe, welche von den, zwischen den übrigen Wirbeln vorkommenden Epiphysen sich nur dadurch unterschied, dass kein Gelenkknorpel daran sass. Von dieser Knochen-

scheibe findet sich beim ungeborenen Kätzchen noch keine Spur, einige Wochen später scheint sie aber als Regel vorhanden zu sein, worin mich noch bestätigt, dass ich sie auch bei einer Reihe anderer Thiere gefunden habe.

Ausserdem fand ich bei diesem Kätzchen noch ein viertes unpaares Stück auf der Spitze des Os odontoideum, welches ganz zur Bildung des vordersten Theiles des Processus odont. verwendet wird. Da auch dieses Knöchelchen mehreren Thieren regelmässig zukommt, so drängte sich mir die Vermuthung auf, dass es als analog einer Intervertebralplatte angesehen werden müsse (Vgl. weiter unten). Dieselbe ist klein wegen des spitz auslaufenden Wirbelkörpers, auf welchem sie sitzt. Die Gelenkverbindung, zu welcher sie gehört, ist gleichsam aus einander gezogen, wird nur durch einige Ligamente angedeutet. Ausnahmsweise, wie es scheint, kommt auch beim menschlichen Epistropheus in dem Knorpel der Spitze des Os odont. eine abgesonderte Verknöcherung vor, welche dem Ossiculum terminale (wie man es wohl nennen kann) entspricht, wie ich nach Anschauung eines Präparates finde, welches ich bei Herrn Obermedicinalrath Langenbeck sah.

Ganz dieselben Verhältnisse fand ich bei einigen dreiwöchigen Kaninchen und bei einem jungen Häschen, welches namentlich das Terminalknöchelchen sehr entwickelt zeigt. Sieht man dasselbe von oben an, so könnte man einen Körper und eine Wurzel daran unterscheiden, indem es nach hinten in eine Spitze ausläuft, welche in einer Vertiefung der obern Fläche des Os odont. liegt. Dieses Ansehen könnte dem Knöchelchen den Namen eines zahnartig aussehenden verdienen, wenn nicht der Vergleichung mit andern Thieren wegen, dem Hauptknochen, welcher häufig allein den Processus odontoideus liefert, darum auch der Namen Os odont. bleiben müsste.

Ich finde dasselbe auch beim jungen Eichhörnchen,

während die Platte zwischen Os odontoideum und dem eigentlichen Körper des Epistropheus (noch?) fehlt.

Bei einem jungen Hunde aus der ersten oder zweiten Woche finde ich an der Stelle des Ossiculum terminale eine bedeutende Knorpelspitze, als solle sich hier noch ein besonderer Knochen bilden.

Bei einem Kätzchen, jünger als das vorher genannte, ist dasselbe Verhältniss, als bei den jüngsten Hunden zu sehen; nur ist hier in der Knorpelspitze schon ein ganz kleines abgesondertes Ossificationspünktchen gebildet.

Ich blieb in Zweifel, ob sich beim Hunde das Ossiculum terminale findet. Bei einem Hunde von etwa sechs Wochen fand ich nämlich den terminalen Knorpel verhältnissmässig geringer geworden, ohne dass sich ein eigener Kern darin gebildet hätte; nur vom Os odont. ist die Ossification in den Knorpel vorgerückt. — Bei diesem Hunde ist die Zwischenplatte im Epistropheus beim Eintrocknen deutlich geworden, wie auch an den übrigen Wirbeln. Bei einem Hunde von vielleicht vier Monaten ist aber das Os odont. von seiner vollen Länge; eine Absonderung des Terminalstücks äusserlich schwach angedeutet, längere Zeit von mir übersehen. Nach Durchsägung in der Mittellinie und Befeuchtung der Fläche, sehe ich eine feine bestimmte Linie als Grenze des Ossic. term. gegen das Os odont. — Kommt das Knöchelchen beim Hunde regelmässig vor, so wird man es bei solchen von 10 — 12 Wochen wohl gut finden. Ich will bemerken, dass die untersuchten Exemplare von kleinen Racen waren, Wachtelhunde u. dgl. — Bei grössern wird diese Entwicklung langsamer geschehen. Die Intervertebralmasse hinter dem Os odont. ist bei der Maceration verloren gegangen, indem sich das Os odont. selbst abgelöst hat. —

Beim Menschen behält die Verbindung des Os odontoideum mit dem centralen Theile des Epistropheus lange

ein Ansehen, welches der Verbindung zweier Wirbel unter einander sehr ähnlich ist.

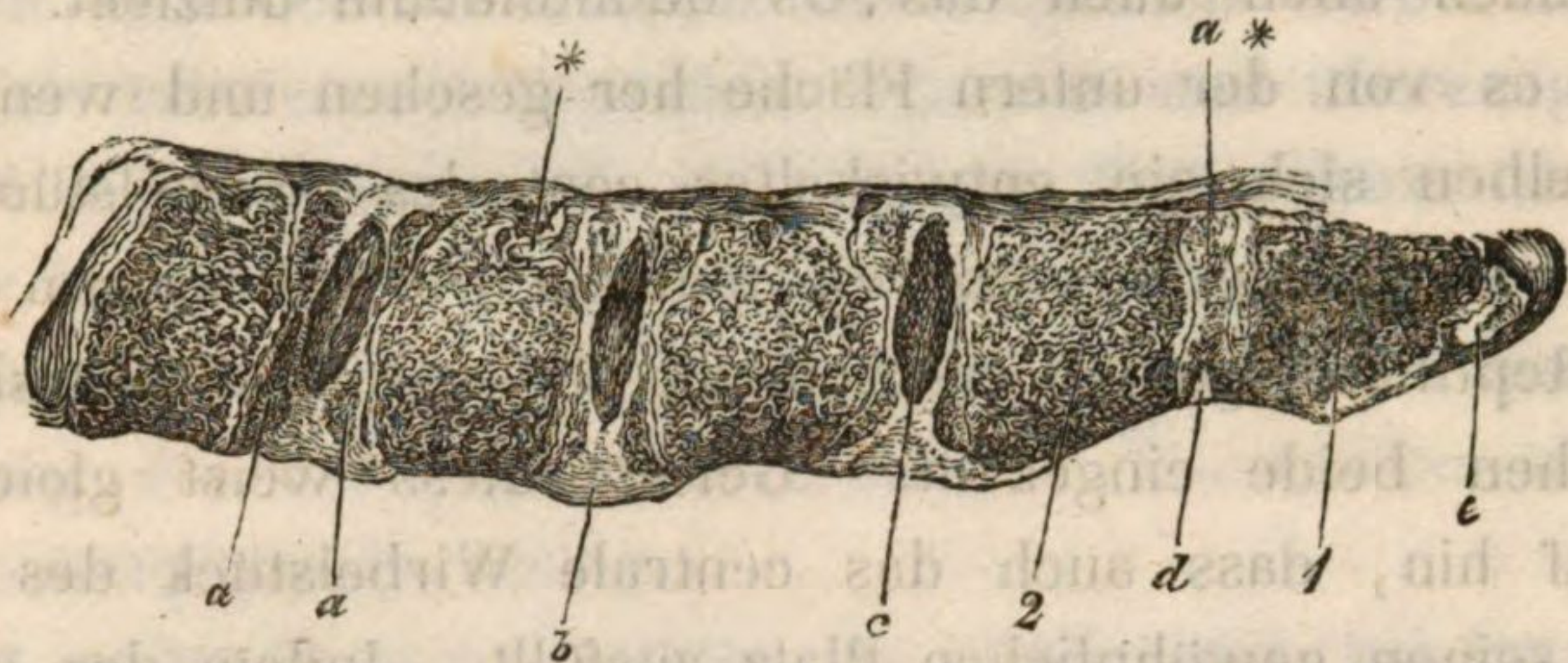
Bei den Wiederkäuern, deren Os odontoideum so abweichend von allen hier genannten geformt ist, fehlt das Ossiculum terminale wohl. Die Intervertebralmasse zwischen Epistr. und Os odont. möchte sich auch wohl erst einige Zeit nach der Geburt bilden. Bei einigen neugeborenen Rehen fehlt sie; bei einem Kalbe von einigen Wochen ist sie vorhanden und bildet eine halbknöcherne Masse von der Form des Raumes zwischen dem Os odontoideum und Epistropheus, welche ich hier genauer untersuchte, indem alle Theile bei der Maceration sich von einander lösten. Die Form dieser Intervertebralmasse unterscheidet sich (wie man auch schon ohne Sprengung der Verbindungen sehen kann) von den übrigen dadurch, dass sie nicht die ganze vordere Fläche eines, und hintere Fläche des andern Wirbels überzieht. Ihr Raum wird hier durch die Bogenstücke des Epistropheus beengt, welche sich zwischen das Centralstück dieses Wirbels und das Os odont. von beiden Seiten eindrängen. So ist diese Intervertebralmasse von vier Wirbeltheilen begrenzt.

Bei den Halswirbeln eines Schweines von zwölf Wochen finde ich noch Einiges besondere. Der Processus odontoideus ist ähnlich wie beim Hunde. Im frischen Zustande konnte ich durch den Knorpel, welcher den Fortsatz noch überzieht, das Terminalknöchelchen nicht sehen. Beim Beginn des Eintrocknens zeigte sich aber an der Spitze des Proc. od., von unten angesehen, eine durch weisse Farbe ausgezeichnete Stelle, etwa kreisförmig, welche auf der untern Fläche diese Spitze bekleidete. (Auch bei andern Thieren fand ich das Knöchelchen durch weisse Farbe ausgezeichnet). Um die Ränder desselben drang der Knorpel etwas in die Tiefe, wie man daran sehen konnte, dass hier der Knochen weniger durchschien. Ich durchsägt die Wirbel in der Mittellinie und fand nun allerdings, wie das Os

odont. von vorn und unten von einem Knochenscherbchen belegt war, welches aber, wo es den Zahnknochen berührte, nur durch einen äusserst feinen Knorpelsaum davon getrennt war. Die Zeichnung wird dies ausdrücken, zugleich aber auch, wie doch das Knöchelchen durch Abrundung seiner Ränder als selbstständig auffällt. Namentlich sieht man, wie von unten der Knorpel erst etwas breit zwischen Os odont. und Os term. hineintritt, ehe er in jenen feinen Saum übergeht. — Diese Form des Os term. ist also ganz verschieden von der bei Kätzchen, Eichhörnchen, Kaninchen und Häschen. So wie es sich hier zeigt, braucht man der Phantasie weniger Gewalt anzuthun, um eine Belegplatte des Endes eines Wirbelkörpers darin zu sehen. Ausserdem lehrt dieser Durchschnitt noch eine, die vorge tragene Ansicht über das Os odont. bestätigende Thatsache. Man sieht hier, wie schon vorhin von allen andern untersuchten Säugethieren gesagt wurde, zwischen Os odont. und Centralstück des Epistropheus eine Zwischenwirbelplatte, welche sich von den übrigen nur dadurch unterscheidet, dass dort immer zwei zwischen zwei Wirbeln liegen und den Zwischenwirbelknorpel zwischen sich enthalten. Bei diesem Epistropheus tritt nun eine Erscheinung ein, welche deutlich dafür spricht, dass man das Intervertebralstück zwischen Os odont. und Pars centr. Epistr. für ein aus zweien verschmolzenes halten darf, zwischen welchen der Gelenkknorpel fehlt. Von der untern Seite her drängt sich hier nämlich ein nicht allzu schmaler Knorpelsaum so in dieses Zwischenwirbelstück ein, dass dasselbe dadurch, wenigstens in seinem untersten Theile, in eine vordere, zum Os odont. und eine hintere, zur Pars centr. Epistr. gehörige Scheibe getheilt wird. Es würde dies weiter zu verfolgen sehr wichtig sein, da gerade auf solchen Erscheinungen die Lehre vom ideellen Abortus eines morphologischen Elementes beruht. Es ist die Frage, ob zu einer Zeit beim Schwein sich wirklich eine doppelte Platte und eine Andeutung eines

Zwischenknorpels in der ganzen Ausdehnung findet. Es ist ja sehr möglich, dass in meinem Präparate nur eine individuelle Abweichung vorliegt. Jedenfalls würde doch Niemand einen *lusus naturae* darin sehen wollen, jedenfalls bestärkt es meine Deutung der Platte.

Fig. I. Durchschnitt von vier Wirbelkörpern des Schweines und dem Os odontoideum.



1. Os odontoideum.

2. Centralstück des Epistropheus.

a. a. Endplatten der Wirbelkörper.

b. Der feste Faserknorpel zwischen den Rändern der Knochenscheiben.

c. Die gallertige Masse zwischen den Mitten der Knochenscheiben.

a* Intervertebralstück zwischen Centralstück des Epistropheus und Os odont.

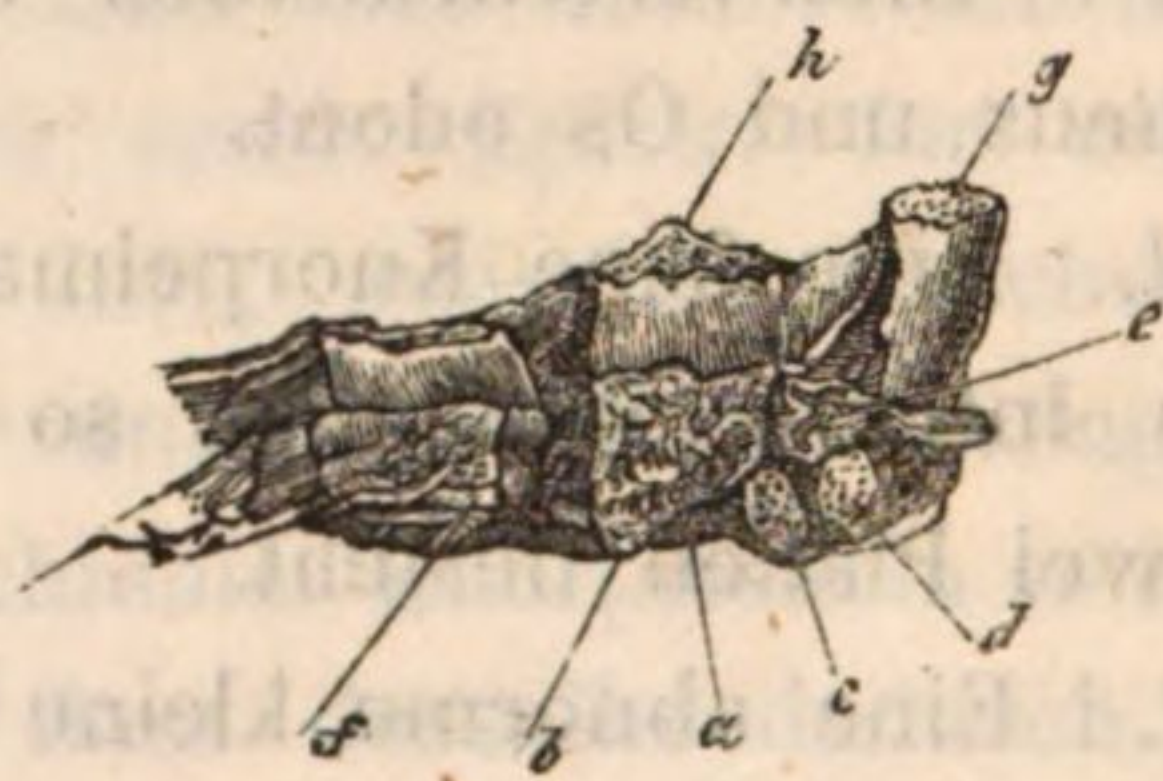
d. Eine feine Knorpelmasse, welche sich von unten in dieses Intervertebralstück so einschiebt, dass dieses unten aus zwei Platten besteht.

*. Eine abnorme kleine Knocheninsel, von einem Knorpelsaum umgeben.

Bei Vögeln ist das Os odontoideum sehr klein, sitzt nur am mittlern obern Theile der Vorderfläche des Centralstückes des Epistropheus, etwas in dieselbe eingesenkt, wie man in der Ansicht von oben erkennt. Der Kleinheit dieses Knochens entspricht die geringe Entwicklung des übrigen Atlas bei den Vögeln.

Hier ist nun noch das kleine Knöchelchen zu erwähnen, welches ich beim Hühnchen und Entchen bemerkt habe und für ein Dornstück des Epistropheus halte. Dasselbe sitzt am untern Theile der Vorderfläche des Epistropheuskörpers. Beim eintägigen Hühnchen erscheint es als ein kleines Knochenkernchen im untersten Theile des Knorpels, welcher die Vorderfläche des Epistropheuskörpers bildet und nach oben auch das Os odontoideum umzieht. Doch wird es von der untern Fläche her gesehen und wenn vor demselben sich ein entwickeltes centrales Wirbelstück befände, so würde es ganz wie manche Dornstücke am Halse von Reptilien (Iguana) erscheinen, nur verhältnissmässig tief zwischen beide eingekeilt. Gerade diess weist gleichsam darauf hin, dass auch das centrale Wirbelstück des Atlas nicht seinen gewöhnlichen Platz ausfüllt. Indem der untere Theil desselben verkümmert ist, rückt das Dornstück nach oben, um sich an dasselbe anzuschliessen. Wie es dasselbe erreicht, ist aus der beistehenden Zeichnung eines Durchschnittes der vordern Wirbel eines eintägigen Entchens zu sehen. Nach vorn lenkt sich an dieses Dornstück des Epistropheus dasjenige des Atlas, der sogenannte Körper des Atlas an.

Fig. II.



a. Schnittfläche des Epistropheuskörpers.

b. Schnittfläche seines seitlich comprimierten dornförmigen Fortsatzes, welcher zwar richtig in der Mitte durchschnitten ist, so dass er seine volle Länge zeigt, so weit er schon verknöchert ist, aber noch bedeutend grösser erscheinen würde, wenn sein Knorpelrand nicht eingeschrumpft wäre.

c. Schnittfläche des untern Wirbelstückes des Epistr.

d. Schnittfläche des Schlussstückes vom Atlas.

- e. Schnittfläche des Os odontoideum.
- f. Schnittfläche des dritten Halswirbels.
- g. Schnittfläche des Atlasbogens.
- h. Schnittfläche des Epistropheusbogens (durch Membran noch vereinigt).

Beim neugeborenen Entchen ist das Stück stärker als beim Hühnchen. Ich finde es bei mehreren Exemplaren constant und der Durchschnitt der fraglichen Wirbel in der Mittellinie scheint mir besonders lehrreich und überzeugend. — Bei einigen acht- bis neuntägigen Hühnchen ist das stärker gewordene Stück noch deutlich getrennt und hat mich in der Ansicht bestärkt, welche ich zuerst in der Anschauung des eintägigen mir bildete. Ebenso bei einem etwa achttägigen Entchen.

Ist meine Deutung richtig, so drängt sich bei Betrachtung der beiden vordern Halswirbel des Entchens noch eine Bemerkung auf über die Verschiedenheit der Dornfortsätze des centralen Wirbelstückes von eigentlichen discreten Dornstücken. Es ist eine bekannte Sache, dass jedes Centralstück nach unten dornartige Ausläufer haben kann, welche blosse Apophysen sind. Hier finde ich nun aber den eigenthümlichen Fall, dass der Epistropheus eine solche Apophyse hat, welche von seiner untern Fläche in der Mittellinie ausgeht und als ein Blättchen erscheint, welches von hinten nach vorn in senkrechter Ausdehnung abnimmt, so dass vorn, wo sich nun ein discretos Dornstück befindet, die dornförmige Erhebung ganz aufgehört hat. Die Dornepiphyse nimmt an der Bildung des vorhandenen Dorns keinen Antheil.

Diese Bemerkung mag einestheils zur Anerkennung bringen, dass der Name eines Dornstückes durch einen allgemeiner passenden ersetzt werden muss. Bezeichnungen, welche so sehr dem Augenschein widersprechen, werden stets zu Quellen von Missverständnissen in den Wissenschaften.

So mag diese Bemerkung auch dazu dienen, um den Einwurf zu beseitigen, welcher sich, gerade auf den Namen „Dornstück“ gegründet, gegen die Deutung des untern Schlusstückes des Atlas als Dornstück erheben könnte, da es allerdings sehr häufig gar nicht die Form eines Dorns hat. — Dabei muss ich denn noch bemerken, dass man mir nicht vorwerfen möge bei der Erwähnung des Atlas namentlich von Iguana, auf diese Dornform ein Gewicht gelegt zu haben, welches ihr nach meiner eigenen Argumentation nicht zukäme. Es ist nicht die Form dieses einzelnen Stückes, auf welche ich Gewicht lege, sondern die Reihe, welche dasselbe mit den nach rückwärts folgenden Dornstücken bildet.

Der Name „Dornstück“ wäre also zu vermeiden, insofern er nicht eine Form, sondern ein morphologisches Element bezeichnen soll. Hämapophyse widerspricht dem Vorkommen der einfachen, keinen Blutgefässstamm umschliessenden Stücke. Darum nenne man sie lieber bis auf weiteres mit der längern Bezeichnung „untere Wirbelstücke“.

Die beobachteten Zahlen der knöchernen Bestandtheile der beiden vordersten Wirbel, abgesehen von etwaigen Rippenrudimenten, sind also:

Für den Atlas bei Säugethieren und Vögeln mit Ausschluss des Os odontoideum 2—3 (abnorm 4 bei einem unter mehreren jungen Kätzchen). Für den Epistropheus mit Einschluss des Os odont. 4—6 (so dass dieser Wirbel bei Säugethieren, wenn auch Rippenrudimente daran vorkommen, 8 normale Kerne haben kann).

Der unpaare Kern des Atlas fehlt bei der Taube, dem Kuckuck und den Beutelthieren. — Da ich unter den wenigen Vogelspecies, die ich in so jungem Zustande und auf diesen Punkt habe untersuchen können (Gans, Ente, Taube, Huhn, Kuckuck), diesen Fall schon ein

Mal mit Sicherheit und ein anderes Mal, bei einer zoologisch sehr fern stehenden Species mit Wahrscheinlichkeit nachgewiesen habe, während bei den drei übrigen untersuchten Species das Schlussstück sicher vorhanden ist, so muss man es wahrscheinlich nennen, dass die Zusammensetzung des Atlas aus nur zwei Stücken sich bei Vögeln noch häufiger finden wird. Aus der zoologischen Stellung von Taube und Huhn einerseits, und Taube und Kuckuck andererseits, geht zugleich hervor, dass sich dieses osteologische Verhältniss hier nicht an so wichtige andere Verwandtschaften anschliesst, wie bei den Säugethieren.

Ausserdem ist es interessant, dass bei zwei unter den drei Species, welche das dritte Stück des Atlas besitzen, auch am Epistropheus ein Dornstück oder unteres Wirbelelement gefunden wird. Dasselbe mag sich auch bei der Gans finden, welche ich in zu jungem Zustande untersucht habe, um über das Nichtvorkommen sicher zu sein. Das Exemplar war noch nicht geboren. Bei Taube und Kuckuck fehlt es entschieden. Ich werde später über diesen Punkt bei jungen Thieren nachsehen, so wie ich überhaupt keine Gelegenheit versäumen werde, über die ganze Sache weitere Erfahrungen zu sammeln, um nach einiger Zeit eine erweiterte Darstellung zu geben, weshalb mir denn auch jede begründete Einwendung sehr willkommen sein wird. — Vorläufig sehe ich in dem Zusammenvorkommen des untern Wirbelelementes des Atlas und Epistropheus bei Hühnchen und Entchen einen Grund mehr, meine Deutung beider für richtig zu halten.

Von den zwei bis vier unpaarigen Kernen des Epistropheus stellen zwei die Centralwirbelstücke vor, sind am frühesten vorhanden und constant. Vor jedem derselben ist bei Säugethieren noch ein Intervertebralstück möglich und bei manchen derselben sind wohl beide constant. Dass dieselben nicht längst allgemeiner anerkannt sind, mag darin liegen, dass man oft zu frühe Zustände untersuchte und

nicht argwöhnte, dass noch längere Zeit nach der Geburt sich neue normale Knochen an dieser Gegend bilden. So sucht man z. B. bei Katzen vergeblich nach diesen interessanten Knochen, wenn die Thiere nicht schon einige Wochen alt sind.

Dasjenige dieser beiden accessorischen Stücke, welches zwischen Atlas und Epistropheus liegt, rechtfertigt seine Deutung ganz augenscheinlich, und ist keineswegs mit dem dritten (nicht constanten) unpaaren Stücke am Epistropheus der Vögel zu verwechseln, welches wir als unteres Wirbelstück gedeutet haben. Jene Intervertebralplatte der Säugethiere trennt nämlich das Os odont. gänzlich vom Epistropheuskörper und wird im trocknen Zustande auch von oben, vom Wirbelcanal aus zwischen den beiden Hauptknochen wahrgenommen, während das dritte bei den Vögeln mögliche Stück sich verhält wie es die Zeichnung oben giebt.

Es ist bei diesen Untersuchungen fast ausschliesslich Gebrauch von selbstpräparirten Wirbeln gemacht worden. Die Anschauung trockner Präparate oder in Weingeist conservirter genügt nicht. Man muss auch den frischen Zustand und die Veränderung beim Eintrocknen beobachten. Im erstern Zustande sieht man die Formen richtiger, im andern kommen Knochenkerne zum Vorschein, welche man Anfangs nicht wahrnahm. So ist namentlich das Stück zwischen Atlas und Epistropheus der Säugethiere nach unten oft stark mit Knorpel belegt, tritt aber beim Eintrocknen scharf zu Tage.

Also zum Schlusse: der sogenannte Körper des Atlas verdient diesen Namen nicht ganz, und wenn man nach einem häufig angewandten Sprachgebrauch das centrale Körperstück eines Wirbels als eigentlichen Körper ausschliesslich bezeichnete, so würde es denselben gar nicht verdienen. Wendet man aber diejenige Nomenclatur an, welche

sich nach Vergleichung des Fischwirbels als die durchführbarste erweist, so ist dieses Stück allerdings ein Theil eines Wirbelkörpers, zu welchem ausserdem noch die Basen der Bogenschenkel mit ihrem eventuellen Ligamentum transversum und als Centralstück das Os odontoideum (eventuell mit dem Ossiculum terminale) zu ziehen sind.

Bei Vögeln und Amphibien ergibt sich eine solche Deutung besonders leicht aus der Anschauung, insofern hier die verschiedenen Elemente zur Bildung einer Gelenkfläche für den Occipitalwirbel concurriren.

Das Ligamentum transversum als Commissur der Bogenschenkel oberhalb des centralen Stückes ist eine bei Wirbeln auf den ersten Blick auffallende Erscheinung, da gewöhnlich die Centralstücke in der Mittellinie unter der Rückenmarke frei liegen, indem die Bogentheile nur etwas von den Seiten her auf die obere Fläche des Centralstückes übergreifen. Bei den Säugethieren ist am Atlas statt dieser Ursprünge nur das Ligamentum vorhanden, welches dieselben im unverknorpelten Zustande darstellt. Schon wegen dieses Zustandes ist es teleologisch nöthig, dass ein Continuum von einem Schenkel bis zum andern gebildet sei. Aber auch morphologisch würde man es nicht auffallend finden, wenn man, was ohne Zweifel richtig ist, das Ligam. transv. als eine verdickte Portion der Chordalscheide bezeichnet. — Gewiss geht dasselbe stets von den Bogenschenkeln aus, nie von den Enden des untern Schlussstückes.

Doch kommt auch, nach Owen's Abhandlung über Lepidosiren annectens, woran mich so eben Hyrtl's Arbeit über Lep. parad. (p. 12) erinnert, eine Berührung knöcherner Bogenschenkel oberhalb der Chorda dorsalis vor.

Die Gründe für die Deutung des Os odontoideum als Centraltheils des Atlas lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

1) Bei dieser Deutung findet nur ein geringer Sprung beim Uebergange von den Fischen zu den höheren Thieren Statt.

2) Rathke's Beobachtungen an der Natter.

3) Die festere Verbindung des Os odontoid. mit dem Atlas und lockerere mit dem Epistropheus bei Schildkröten.

4) Die Deutung des untern Schlusstückes des Atlas als unteren Wirbelelementes.

a) Sie ist möglich, weil auch sonst am Halse solche untere Stücke unpaarig vorkommen (Iguana).

b) Sie ist wahrscheinlich, weil dieses Stück wenig constant ist (Beutler, Murmelthier, Kuckuck, Taube).

c) Sie ist wahrscheinlich, weil bei Ente und Huhn, wo dieses Schlusstück vorkommt, auch am Epistropheus sich ein unteres Wirbelstück findet, während bei Kuckuck und Taube beide gleichzeitig fehlen (also fällt nämlich auch das Auffallende hinweg, welches ein solches unteres Wirbelelement haben würde, wenn es am Halse immer isolirt stände).

d) Sie harmonirt auch mit der Stellung dieses Stückes auf der Grenze von zwei Wirbelkörpern (wenn man das Os odont. und den Basilartheil des Hinterhaupts als solche ansieht). Besonders auf Amphibien und Vögel anwendbar.

5) Ganz hauptsächlich das Intervertebralstück zwischen Os odont. und Pars centr. Epistr., mit den Hinweisen, dass es als eine doppelte Epiphyse zu betrachten ist ¹⁾; —

¹⁾ Durch die am Epistropheus des Schweines beobachteten Erscheinungen wurde ich aufmerksam auf solche Andeutungen, welche den Beweis bis zur Evidenz führen, dass die Platte zwischen Os odont. und Pars centr. Epistr. der Verwachsung zweier Wirbelgelenkepiphysen entspricht, und so unmittelbar auch den Beweis herstellen, dass im Os odontoid. ein Wirbelkörper zu erkennen ist. Zunächst durchsägte ich die Wirbel des oben erwähnten Hundes von etwa 6

dann das Os terminale, wenn es als Wirbelkörperepiphyse anzusehen ist, wie mir besonders beim Schweine deutlich scheint. Der Hund dürfte den Uebergang zu den Formen bei Katze, Hase, Kaninchen, Eichhörnchen bilden, welche nicht so unmittelbar auf solche Deutung hinweisen.

Hier müsste sich noch der Parallelismus der Extremitäten anreihen, über den ich aber schon vor einigen Jahren (Müller's Archiv 1841) eine Mittheilung gemacht habe. Diese betraf hauptsächlich die Methode der Vergleichung und sollte den Punkt hervorheben, dass es ein ganz unnützes Bestreben sei, den Parallelismus so weit durchführen zu wollen, wie es Flourens gethan, indem dieser auch darin keine Abweichung anerkennen wollte, dass die Patella sich an die Tibia ansetzt, während das Olecranon nicht am Radius, sondern der Ulna sitzt. Um auch hier keine Abweichung sehen zu müssen, läugnet Flourens die Analogie von Patella und Olecranon. Ausser einigen direkten Gründen gegen diese Ansicht musste ich damals erinnern, dass diess ja doch ein untergeordneter Punkt sei; die Hauptsache, die abweichende Insertion der Streckmuskeln, bleibt ja dennoch. — Damals konnte ich nicht aus

Wochen. Dasselbst fand ich wenigstens, dass die fragliche Platte ungefähr noch einmal so dick war, als die übrigen (einfachen) Epiphysenplatten. Bei einem jüngern Hunde, wo in allen diesen Epiphysen nur wenig Verknöcherung sich fand und besonders verstreut in dem fraglichen Stück im Epistropheus sich zeigte, war dieses wieder durch seine Dicke bedeutender, als die einfachen Epiphysen. Ausserdem war in seinem Centrum eine kleine Höhle enthalten. Bei einem neugeborenen Hunde fand ich diese nicht, aber das Dickenverhältniss ist offenbar bei diesem Thiere constant, denn auch hier war der fragliche Knorpel im ganz frisch durchschnittenen Epistropheus wohl zweimal so dick, als an den übrigen Wirbeln die einfachen Epiphysen.

Anschauung über die Analogie zwischen Olecranon und Patella urtheilen. Ich kann jetzt behaupten, dass das Olecranon des neugeborenen Rehes, welches ich in mehreren Exemplaren vor mir habe, eine sehr deutliche Patella sei.

Zweitens hatte ich damals vergeblich nach einem Verhältnisse gesucht, welches den Parallelismus des Unterschenkels und Vorderarms bei Vögeln und Amphibien vervollständigen musste. Nämlich nach Muskeln, welche von der Fibula zur Tibia gehen, für deren Drehung bestimmt. Ich habe seitdem dergleichen gefunden, aber freilich zugleich gesehen, dass Meckel schon sie beschrieben hatte. (Syst. d. vgl. Anat. III. S. 262. 263. — 268. — 369). Natürlich sind solche Muskeln aus der Analogie der vordern Extremitäten besser zu erklären, als dass man sie für verschobene Kniekehlmuskeln oder muskulös gewordene Ligamenta interossea hält. Diese Analogie konnte Meckel aber nicht finden, weil er die Fibula dem Radius verglich u. s. w.

Drittens führe ich hier noch eine Wahrnehmung zur Vergleichung des Beckens und des Schulterblattes an. Meckel hatte besonders fein die übrigens unrichtige Vergleichung des vordern Theiles des Schultergerüsts mit dem hintern Theile der Beckenknochen u. s. w. durchgeführt. Dass die Sache sich auch umkehren lässt, findet sich leicht. Ein besonderer Grund dafür, dass sie umgekehrt werden muss, sprang mir kürzlich durch die sehr entwickelten Marginalknochen an Becken und Schulterblatt der Phoca entgegen. Wie am hintern Theile des obern Schulterblatt-randes, so sind auch am hintersten Theile des Beckens diese Knochen hier sehr ausgebildet.



Bergmann, Carl

Einige Beobachtungen und Reflexionen über die Skelett-Systeme der
Wirbelthiere deren Begrenzung und Plan

Göttingen 1846

Zool. 35 m

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10306636-2